



EESTI MAAÜLIKOOL

Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Mariette Sakkool

**MÕNE TAIMSE EKSTRAKTI MÕJU SUUR-
KAPSALIBLIKA (*PIERIS BRASSICAE* L.) RÖÖVIKUTE
TOITUMISELE**

**THE EFFECTS OF SOME PLANT EXTRACTS ON THE
FEEDING OF LARGE WHITE BUTTERFLY (*PIERIS
BRASSICAE* L.) CATERPILLARS**

Bakalaureusetöö

Põllumajandussaaduste tootmise ja turustamine õppekava

Juhendaja: Katrin Jõgar, *PhD*

Tartu 2020

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Mariette Sakkool		Õppekava: Põllumajandussaaduste tootmine ja turustamine	
Pealkiri: Mõne taimse ekstrakti mõju suur-kapsaliblika (<i>Pieris brassicae</i> L.) röövikute toitumisele			
Lehekülgi: 40	Jooniseid: 7	Tabeleid: 1	Lisasid: 1
Osakond / Õppetool: Taimetervise õppetool Uurimisvaldkond: B390 Taimekasvatus, aiandus, taimekaitsevahendid, taimehaigused Juhendaja(d): Katrin Jõgar, <i>PhD</i> Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2020			
<p>Keemiliste insektitsiidide kahjuliku mõju tõttu on hakatud neile otsima alternatiivseid võimalusi, mis oleksid ka keskkonnasõbralikud. On leitud, et parimaks lahenduseks oleksid botaanilised insektitsiidid. Kuna suur-kapsaliblikas on üks olulisemaid ristõieliste kahjureid, siis uuritakse antud töös kuidas tema vastu võidelda, tehes seda loodust säästvalt. Bakalaureusetöö eesmärk on uurida tüümiani eeterliku õli ning tüümiani-kadakaekstrakti mõju suur-kapsaliblika röövikute toitumisaktiivsusele ja toiduvalikule. Selle väljaselgitamiseks viidi läbi röövikute toitumisaktiivsuse katse ja toidutaime valikukatse. Katseandmete analüüsimisel selgus, et valitud looduslikud preparaadid avaldasid mõju röövikute toitumisaktiivsusele ja toidutaime valikule. Mõlemal töötlusvariandil oli kapsaliblikate röövikute toitumist pärssiv toime, mõjutades nii toitumisaktiivsust kui ka toidueelistusi. Röövikute toitumisaktiivsus oli suur kontrollvariantides. Toiduvaliku katses toitused röövikud alguses nii töödeldud kui ka kontrollvariandi lehtedel, ööpäeva möödumisel eelistati rohkem kontrolli. Seega valikuvõimaluse korral eelistasid röövikud toituda kontrollvariandil, vältides ebameeldivat toitu. Katsetest selgus, et tüümiani eeterlikul õlil ja tüümiani-kadakaekstraktil oli röövikutele toitumist pärssiv mõju, aga mõnevõrra suurem oli see viimasel. Sellest järeldati, et mitme taime koosmõju avaldub röövikutele tõhusamalt kui vaid ühe taime oma. Töös küll tõestati taimsete ekstraktide pärssivat toimet, kuid soovitude andmiseks põllupidajatele, tuleks jätkata laborkatsetega ning teha ka põldkatseid.</p>			
Märksõnad: Suur-kapsaliblikas, taimsed ekstraktid, harilik tüümian, harilik kadakas			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Mariette Sakkool		Curriculum: Production and Marketing of Agricultural Products	
Title: The effects of some plant extracts on the feeding of large white butterfly (<i>Pieris brassicae</i> L.) caterpillars			
Pages: 40	Figures: 7	Tables: 1	Appendixes: 1
Department: Chair of Plant Health Field of research: B390 Phytotechny, horticulture, crop protection, phytopathology Supervisors: Katrin Jõgar, <i>PhD</i> Place and date: Tartu 2020			
<p>Due to the harmful effects of chemical insecticides, alternatives have been sought for them that are also environmentally friendly. Botanical insecticides based on plant materials have been found to be the best solution. As the large white butterfly is one of the largest and best-known pests of crucifers, this work examines how to control it by doing it sustainably. The aim of the bachelor's thesis is to study the effect of thyme essential oil and juniper-thyme extract on the feeding activity and food choice of Large White Butterfly (<i>Pieris brassicae</i> L.) caterpillars. To determine this, a caterpillar feeding activity test and a food plant choice test were performed. Analysis of the experimental data showed that the tested natural plant extracts had an effect on the feeding activity of the caterpillars and the choice of food plant. Both treatments had a feeding inhibitory effect on Large White Butterfly caterpillars, affecting both feeding activity and dietary preferences. The feeding activity of the caterpillars was high in the control variants. In the food choice experiment, the caterpillars initially fed on both treated and control leaves, with more control being preferred after 24 hours. Thus, in the case of choice, the caterpillars preferred to feed on the control variant, avoiding unpleasant food. The treatment of thyme essential oil and thyme-juniper extract influenced the food choices of the caterpillars of the Large White Butterfly and had a repellent effect to the pests, but it was somewhat large in thyme-juniper extract variant. It was concluded that the interaction of several plants is more effective on caterpillars than just one plant. Although the inhibitory effect of natural plant extracts was proved in the work, in order to give recommendations to farmers, laboratory experiments should be continued and field experiments should also be performed.</p>			
Keywords: Large white butterfly, plant extracts, traditional thyme, traditional juniper			

SISUKORD

SISSEJUHATUS	5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	7
1.1. Taimedega kahjurite vastu	7
1.2. Taimsete preparaatide kasutamine kahjuritõrjes.....	9
1.3. Hariliku tüümiani ja hariliku kadaka ekstraktide mõju putukatele.....	13
1.3.1. Harilik tüümian ja selle mõju putukatele.....	13
1.3.2. Harilik kadakas ja selle mõju putukatele.....	14
2. MATERJAL JA METOODIKA.....	16
2.1. Suur-kapsaliblikas.....	16
2.2. Katsete korraldus	17
2.2.1. Toitumisaktiivsuse katse	18
2.2.2. Toidutaimede valikukatse.....	19
2.3. Andmete töötlemine.....	20
3. TULEMUSED JA ARUTELU	21
3.1. Suur-kapsaliblika röövikute toitumisaktiivsuse katse.....	21
3.2. Suur-kapsaliblika röövikute toidutaimede valikukatse.....	23
3.2.1. Röövikute eelistused toidutaimede valikukatses kolme esimese tunni jooksul	24
3.2.2. Röövikute eelistused toidutaimede valikukatses 24 tunni möödudes	30
KOKKUVÕTE	33
KASUTATUD KIRJANDUS	35
Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta.....	40

SISSEJUHATUS

Rahvaarv maailmas aina kasvab ja seetõttu on vaja toota rohkem toitu. Mida laialdasemalt levib taimekasvatus, seda rohkem on ka taimede kahjustajaid. Mida aeg edasi, seda rohkem kasutavad inimesed erinevaid sünteetilisi insektitsiide ehk putukatõrjevahendeid. Praegusel hetkel kasutatakse kogu maailmas igal aastal umbes 3 miljardit kilogrammi sünteetilisi pestitsiide ehk taimekaitsevahendeid (Sosa *et al.* 2019). Nende liig- ja väärkasutamine põhjustab aga ohtu keskkonnale, tervisele, ökosüsteemile ja põhjaveele (Magierowicz *et al.* 2019). Üks päevakorralisemaid probleeme on ka kahjurite resistentsuse tekkimine nende vahendite suhtes. Juba 1994. aastal oli üle 500 putuka- ja lestaliigi muutunud resistentseteks ühele või mitmele insektitsiidile (Daily 1997). See arv on tänapäevaks kasvanud. Seetõttu on hakatud aina enam uurima ja huvi tundma, kuidas võidelda kahjuritega keskkonnasõbralikult.

Suur-kapsaliblikas (*Pieris brassicae* L.) on üks tuntumaid ristõieliste (*Brassicaceae*) kultuuride kahjureid, kes suudab taimedele tõsist kahju põhjustada (Hiisaar *et al.* 2002). Seetõttu uuritakse antud lõputöös kuidas selle kahjustajaga võidelda, tehes seda loodust säästvalt. Töös viiakse läbi kaks erinevat katset- toitumisaktiivsuse katse ning toidutaimede valikukatse. Katsetega uuritakse kuidas mõjutab taimede töötlemine erinevate taimsete preparaatidega röövikute toitumise aktiivsust ning kuidas muutub toidutaimede valimine. Taimede töötlusvahenditeks on hariliku tüümiani (*Thymus vulgaris* L.) eeterlik õli ning Baltic Agro taimehoolditseja, mis sisaldab tüümiani ja kadaka ekstrakti (*Juniperus communis* L.). Katses uuritakse ka seda, et kumb neist kahest preparaadist selle kahjurputuka tõrjumisel efektiivsem on.

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärk:

Uurida kuidas tüümiani (*Thymus vulgaris* L.) eeterlik õli ning tüümiani-kadakaekstrakt (*Juniperus communis* L.) mõjutavad suur-kapsaliblika röövikute toitumisaktiivsust ja toiduvalikut

Hüpoteesid:

- a) Taimede töötlemine tüümiani eeterliku õliga ning tüümiani-kadakaekstraktiga vähendab suur-kapsaliblika röövikute toitumisaktiivsust.
- b) Taimede töötlemine tüümiani eeterliku õliga ning tüümiani-kadakaekstraktiga mõjutab suur-kapsaliblika röövikute toiduvalikut.

Soovin tänada oma lõputöö juhendajat Katrin Jõgarit abi eest lõputöö koostamisel ja katsete läbiviimisel. Uurimistöö on valminud institutsionaalse uurimistoetuse IUT36-2 toetusel.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Taimedega kahjurite vastu

Sellest ajast saati, mil inimesed hakkasid kasvatama kultuurtaimi, on kasutusele võetud erinevaid tõrjemeetodeid, et kaitsta taimi kahjurite ja haiguste eest (Sharma, Gupta 2009). Nende meetodite hulka kuuluvad näiteks füüsikaline, bioloogiline ja keemiline tõrje (Luik 2018). Kahjuritõrje on vajalik, sest kahjustajad halvendavad või takistavad taimede kasvu ja mõjutavad saagi kvaliteeti (Lengai *et al.* 2020). Taimtoidulised putukad hävitavad aastas viiendiku kogu maailma taimetoodangust (Hikal *et al.* 2017). See näitaja iseloomustab seda, kui oluline on taimi kahjurite eest kaitsta.

Kahjustusi on võimalik vähendada mitmel viisil arvestades näiteks taimede omavahelisi suhteid ning nendega seotud organismide vastastikuseid toimeid. Üheks võimaluseks kahjurite rünnakute vähendamiseks on nende meelte eksitamine kultuuride segaviljelusega, ehk istutades kahjurile atraktiivse taime juurde eemalepeletava või meelitava lõhnaga taimi. Näiteks võib kasutada kultuuride või sortide erinevat atraktiivsust kahjuritele, kasutades neid taimi püüniskultuuridena. Selline võte toimib siis, kui püüniskultuur on suurema atraktiivsusega kahjuritele kui põhikultuur ja olenevalt kahjurist võib selleks olla mõni teine taimeliik või siis varasemas kasvustaadiumis olev põhikultuur. (Luik 2012) Näiteks võib kasvatada rüpsi püüniskultuurina (*Brassica rapa* L.) rapsipõllu (*Brassica napus* L.) servas. Kuna rüps õitseb varem kui raps, koonduvad hiilamardikad (*Brassicogethes aeneus* Fab.) taimiku õitele ning taimik koos kahjuritega hävitatakse. (Luik *et al.* 2007) Samuti saab kultuurtaimede vahel kasvatada selliseid taimi, mis kahjurile peletavalt mõjuvad. Näiteks peletavad kärsaklasi (*Curculionidae*) nõianõgesed (*Stachys*), kapsaliblikaid (*Pieris*) aed-liivatee ja piparmündi (*Mentha piperita* L.) taimed ning sipelgaid peiulilled (*Tagetes*) ja soolikarohi (*Tanacetum vulgare* L.). (Luik 2018)

Umbrohtude olemasolu suurendab liikide mitmekesisust põldudel. Näiteks eelistavad maakirbud (*Psylliodes chrysocephala* L.), kapsale (*Brassica oleracea* L.) põldsinepit (*Sinapis arvensis* L.) ning kui see reavahedes kasvab, rünnatakse kapsataimi vähem. (Luik 2012) Peale selle meelitavad umbrohud kohale parasitoide ning teisi kahjurite looduslikke

vaenlasi, kes kahjureid hävitavad või nende elutegevust pärsivad. On leitud, et kui parasitoididele on olemas soodsad elutingimused ja neid arvukalt esineb, siis võivad nad hävitada peaaegu kõik enda peremeesputukad. Näiteks võivad nad parasiteerida kuni 90% liblikaliste (*Lepidoptera*) kahjurite röövikuist, või kuni 96% kõdra-peitkärsakate (*Ceutorhynchus obstrictus* M.) vastsetest. Parasitoidid toituvad teistest putukatest, täpsemalt nende kudetest oma elustaadiumi alguses. Täiskasvanuikka jõudes aga näiteks hoopis õietolmust ja nektarist. Seetõttu on oluline, et põlluäärtes oleks valmikutele olemas õistaimi ning neid ei tohiks enne õitsemise lõppu niita. (Luik *et al.* 2007)

Kasulikele putukatele sobivate elupaikade loomiseks soovitatakse põldude äärde istutada või kasvama jätta põõsaribasid või mitmekesise taimestikuga vaheribasid (Luik 2012). Kui parasitoididel on olemas kindlad peremeesputukad, siis röövtoidulised võivad hävitada kõiki, kellest jõud üle käib. Nad võivad hävitada teisi organisme nii vastsestaadiumis kui ka valmikuna. Tuntumad sellised röövtoidulised putukad on lepatriinulased (*Coccinellidae*), kiilassilmlased (*Chrysopidae*) ja jooksiklased (*Carabidae*). (Luik *et al.* 2007)

Juba ammustest aegadest on taimi kasutatud kahjuritõrjes taime vastupanuvõime suurendamiseks kahjurite ja haigustekitajate suhtes. Taimede erinevaid osasid on kasutatud kas tervikuna, tõmmisena või pulbrina ekstraktide valmistamisel (Luik 2012). Taimsed tõrjevahendid peaksid põhinema odavatel ja hõlpsasti kättesaadavatel taimsetel materjalidel ning olema lihtsasti valmistatavad, et neid saaksid kasutada kõik soovijad (Amoabeng *et al.* 2013), sageli on aga selliselt toodetud tööstuslikud preparaadid üsna kõrge hinnaga. Vastupidiselt sünteetilistele, on taimsetel preparaatidel madal toksilisus mittesihtorganismidele ehk nad ei tee olulist kahju kasuritele. Taimsete ühendite kasutamine võimaldab kahjuritõrjet keskkonnasõbralikumalt korraldada, sest oma looduslikus koosseisus lagunevad nad ümbritsevale keskkonnale suhteliselt kiiresti ohututeks ühenditeks. (Luik 1997; Lengai *et al.* 2020) Kohalike taimede kasutamine kahjuritõrjes pakub taimekasvatajatele võimalust tootmiskulusid vähendada, kuna sageli kasvavad vajalikud taimed lähikonnas juba looduslikult. Seega saab neid taimi hankida väheses vaevaga ning minimaalsete kuludega. (Amoabeng *et al.* 2013)

1.2. Taimsete preparaaside kasutamine kahjuritõrjes

Üha enam kasutatakse kahjuritõrjes looduslikke toimeaineid, mis on keskkonnale ohutumad, sest lagunevad suhteliselt kiiresti. Nende paljukomponendiline koosseis ei soodusta aga kahjuritel resistentsuse väljakujunemist. (Luik 1997; Lengai *et al.* 2020) Taimedes leiduvad bioaktiivsed ühendid võivad muuta putukate käitumist erinevatel viisidel: olles neile toksilised, mõjudes peletavana või hoopis meelitades, samuti võivad need ühendid muuta putukate toitumist või seedimist ja häirida putukate kasvu ning arengut (Metspalu *et al.* 1997). Ka sellistest taimedest valmistatud taimeekstraktid võivad putukatele toimida erinevalt. Nad kas halvavad liikumist, isu, mõjuvad eemale peletavalt või häirivad mitmesuguseid füsioloogilisi talitlusi – närvitalitlust, hingamist, südametegevust või kutsuvad esile arenguhälbeid (Metspalu *et al.* 1997).

Putukate munemisele pärssivat mõju on täheldatud soolikarohu tõmmisel, milles sisalduv mürgine tuju on häirib liblikaliste kemoretseptoreid. Analooogne toime on puju (*Artemisia vulgaris* L.) ja raudrohu (*Achillea millefolium* L.) tõmmistel. Kүүslaugu (*Allium sativum* L.) ja tomativõrsete (*Lycopersicon esculentum* L.) tõmmised toimisid kahjuritele nii kehakatete kui ka toidu kaudu hävitavatena, lisaks pärssisid veel munemist ning söömist. (Luik 1997) Lõunamaiste taimede mõju on sageli aga kodumaiste omast tugevam, näiteks neemipuu (*Azadirachta indica* A. Juss) seemnete ekstrakti baasil tehtud putukatõrjevahendi NeemAzal, mis sobib hästi suur-kapsaliblika tõrjeks (Venzon *et al.* 2005; Metspalu 2017).

Venzon *et al.* (2005) kirjeldas enda töös, et neemiseemnetes sisalduv ühend azadirachtin mõjus kahjuritele isu pärssivalt, lisaks tekitas ta kasvuhäireid ja anatoomilisi kõrvalekaldeid, viljatust, ja suremust. Ta uuris oma katsetes vahendi NeemAzali mõju liblikaliste seltsi (*Lepidoptera*) kuuluvale kahjurile (*Leucoptera coffeella* M.) ja ämblikulaadsete (*Arachnida*) klassi kuuluvale kahjurile (*Oligonychus ilicis* M.) ning leidis, et sellel vahendil oli nende kahjuritele toksiline mõju. (Venzon *et al.* 2005)

Paljud taimsed ühendid võivad mõjuda putukatele repellentselt, peletades putukad eemale oma ebameeldiva lõhna või hoopis maitsega. Deletre *et al.* (2013) katsest selgus, et peletavaid omadusi oli leitud tüümianil. Luik (2012) andmetel oli kүүslaugu ja toomingalehtede (*Prunus padus* L.) tõmmisel toksiline toime kasvuhoonekarilase (*Trialeurodes vaporariorum* W.), lisaks porgandi lehekirbu (*Trioza viridula* Zett.) ja porgandikärbsse (*Psila rosae* Fab.) tõrjumisel. Metspalu ja Hiiesaar (1996) on leidnud, et

toomingal oli repellentne toime mitmetele mardikaliste (*Coleoptera*) seltsi kuuluvatele kahjuritele ning toominga tõmmistega oli võimalik peletada ka lehetäiliseid (*Aphidoidea*) ja lehevaablaseid (*Tenthredinidae*).

Paljudel taimedel on teadaolevalt insektiitsed omadused, seetõttu kasutatakse neid botaaniliste ehk taimsete insektitsiididena. Neil taimedel on putukate vastu mitmeid kasulikke omadusi, nagu näiteks toksilisus, putukate peletamine jne. (Sharma, Gupta 2009)

Botaaniliste tõrjevahendite valmistamiseks kasutatavate taimeosade hulka kuuluvad näiteks lehed, varred, juured ja õied. Kasutatav osa sõltub sellest, millised ühendid sihtmärgile mõjuvad ning millistes taimeosades neid kõige rohkem leidub. Taimsete insektitsiidide tõhusus sõltub näiteks kasutatava taime koostisest ning ekstraheerimismeetodist. (Lengai *et al.* 2020)

Järjest suurenenud huvi taimsete saaduste kasutamisel kahjuritõrjes on ajendanud uurima milliseid ühendeid sisaldavad erinevad taimeperekonnad. Botaaniliste insektitsiidide tavalised bioaktiivsed ühendid on peamiselt sekundaarsed metaboliidid nagu alkaloidid, tanniinid, terpeenid, flavonoidid jne. Nende ühendite sisaldus taimedes määrab ära selle toime, millist mõju avaldatakse putukatele, aga erinevatele kahjuritele mõjuvad need ühendid erinevalt. (Lengai *et al.* 2020)

Nii on alkaloididel täheldatud peletavat või toksilist toimet erinevatele kahjuritele (Nwokeji *et al.* 2016). Alkaloididel on mitmekesine toime ka inimestele. Tuntumate alkaloidide hulka kuuluvad morfiin ja nikotiin. Näiteks on alkaloidide sisalduse poolest rikas selline taimeperekond nagu moonid ehk magunid (*Papaveraceae*). Arvatakse, et alkaloididel on ülesanne kaitsta taimi kahjurite rünnakute eest. (Augustyn *et al.* 1998) Tanniinid on oma olekult toksilised ja peletavad märkimisväärselt taimtoidulisi putukaid. Terpeenid moodustavad sekundaarsetest metaboliitidest suurima osa ning sageli nimetatakse neid ka terpenoidideks. Terpeenide klassi kuuluvad sellised ühendid nagu karoteenid, mis annavad taimedele kollast, punast ja oranži värvitooni. (Nwokeji *et al.* 2016) Need toonid on osadele putukatele meelitamiseks, kuid samas on teistele hoopis nende tõrjumiseks (Augustyn *et al.* 1998), nii on leitud, et terpeenid võivad mõjuda peletavalt taimtoidulistele kahjuritele. Flavonoidide põhifunktsiooniks on taimede pigmenteerimine putukate ja loomade meelitamiseks. Neist on põhjustatud taimeosade punane, roosa, lilla ja sinine värvus. (Nwokeji *et al.* 2016) Näiteks on puuviljade ergas

värv parandanud seemne levikuvõimalusi loomade poolt, keda nad toiduna meelitavad (Augustyn *et al.* 1998). De Elguea-Culebras *et al.* (2017) uurisid oma töös eelnimetatud ühendite terpeenide mõju kartulimardikale (*Leptinotarsa decemlineata* Say.). Nad leidsid, et selline terpeen nagu α -bisabool mõjus mardikale isupärssijana ning tema pärssimisaktiivsus oli kuni 96,3%. (De Elguea-Culebras *et al.* 2017)

Insektsiitsete omadustega taimi kasutatakse kahjuritõrjes tehes neist näiteks leotiseid või pulbreid (Luik 2012), kõige sagedamini kasutatakse aga ekstrakte või eeterlikke õlisid. Taimedest leotiste valmistamiseks tuleb taimeosad esmalt leotada ning hiljem vesivannil keeta. Kuumtöötlemise käigus lagundatakse aga suur hulk taimede lõhnaainetest, mis kahjuritõrjes on efektiivsed. (Luik 2018) Taimedest valmistatud pulbritel on leitud peletav ja toksiline mõju taimkahjurite vastu. Toksilisuse tase on erinevate putukate puhul varieeruv: see võib olla kergest toksilisusest kuni putuka täieliku suremuseni. (Rajapakse 2006) Samuti sõltub pulbrite toime kokkupuuteajast kahjuriga ning pulbri annusest. Näiteks on uuritud inimnõgeselaadsete seltsi (*Lamiales*), huulõieliste sugukonda (*Lamiaceae*) kuuluvast taimest (*Satureja calamintha* L.) tehtud pulbri mõju teraporelase (*Rhyzopertha dominica* F.) vastu. Leiti et 96 h möödudes peale pulbriga töötlemist oli teraporelase surevus kuni 96%. Kusjuures märgati, et pulbri toksiline toime oli nähtav alles peale 48 tundi kestnud kokkupuudet ja et putukate suremus suurenes aja jooksul. Samuti pandi tähele, et mida suurem oli pulbri annus, seda suurem oli kahjurite suremus. (Righi *et al.* 2018)

Taimeekstraktid on kahjuritõrjes väga tuntud. Neid saab valmistada mitmel erineval viisil. Esimese variandi puhul taimeosad kuivatatakse, jahvatatakse peeneks pulbriks ning ekstraheeritakse orgaanilise lahustiga. Seejärel ekstraktid kontsentreeritakse. (Lengai *et al.* 2020) Teise valmistamisviisi erinevus esimesest on see, et lähtematerjali ei kuivatata. Tugevama toime saavutamiseks kahjurite vastu, tuleks neid kasutada kõrgetel kontsentratsioonidel. Enne ekstraktidega pritsimist soovitatakse pritsimislahusele lisada rohelist seepi märgamise suurendamiseks. (Luik 2018) Maaülikoolis tehtud katsetest selgus, et erinevatel umbrohuekstraktidel oli kahjurputukate vastu toksiline mõju. Näiteks hävitas harilikust pujust tehtud ekstrakt 86% kartulil (*Solanum tuberosum* L.) toitunud lehetäidest (*Aulacorthum solani* K.) ning kõrvenõgesest (*Urtica dioica* L.) valmistatud ekstrakt 56% kasvuhoonekarilastest. Soolikarohu kasutamisel pandi tähele, et sellest tehtud ekstraktil oli karilasele ka munemist pärssiv toime. (Luik 2012)

Taimsete tõmmiste ehk ekstraktide tõhusust on võimalik tõsta vastastikku tugevdava koostoime kaudu, kasutades näiteks teatud taimeliikide segu. Taimed võivad sisaldada samaaegselt erinevalt mõjuvaid ühendeid, mis koos toimides üksteise mõju tugevdavad. Nii võib üks ja seesama taim putukale mõjuda samaaegselt nii peletajana, söömise ja munemise pärssijana, aga lõpptulemusena ka toksiliselt. (Luik 2012)

Nii leiti, et hariliku männi (*Pinus sylvestris* L.) noorte võrsete tõmmis võimendas tunduvalt koirohu (*Artemisia absinthium* L.) ekstrakti mõju punasele kedriklestale (*Tetranychus urticae* K.). (Luik *et al.* 2007) Kahjurite arvukuse edukaks kontrolliks ongi oluline toimeainete ja nende mõju mitmekesistamine. See saavutatakse kas mitmetoimeliste ekstraktide või nende segude kasutamise abil, mõjutades korraga putuka erinevaid ökofüsioloogilisi talitlusi. Sellega pidurdatakse oluliselt ka taimsetele toimeainetele resistentsuse kujunemist. (Kuusik *et al.* 1995)

Taimedes leiduvad eeterlikud õlid on looduslikud lenduvad keerulised ühendid, mida iseloomustab tugev lõhn ja mille moodustavad aromaatsete taimede sekundaarsed metaboliidid. Eeterlikke õlisid ekstraheeritakse taime erinevatest osadest, nagu näiteks lehtedest, koorest, õitest, pungadest, seemnetest jne. Looduses mängivad eeterlikud õlid olulist rolli taimede kaitsmisel: nad kaitsevad taimi bakterite, viiruste, seente ja kahjurite vastu, vähendades nende isu selliste taimede järele. (Bakkali *et al.* 2007) Need õlid avaldavad putukate vastu laia toimet: nad võivad toimida tõrjuna, peibutajana või isupärssijana. Isupärssijad on ained, mis osaliselt või täielikult pärssivad söömist või häirivad putukate toitumist, muutes töödeldud taimed ebaatraktiivseteks või ebameeldivateks. Samuti võivad nad pärssida hingamist ja/või munemist ning takistada peremeestaimede tuvastamist. (Magierowicz *et al.* 2019) Eeterlikud õlid võivad mõjuda ka ligitõmbavana õietolmu ja seemnete leviku soodustamiseks (Bakkali *et al.* 2007). See on seotud eeterlike õlide mõjuga taime värvile ja aromaatsetele omadustele, mis putukaid kohale meelitavad. (Tongnuanchan, Benjakul 2014).

Eeterlikud õlid on muutunud suurepäraseks alternatiiviks sünteetilistele insektitsiididele putukakahjurite tõrjeks. Nad sisaldavad umbes 20-60 erinevat keemilist komponenti erinevas vahekorras. Sealjuures on neil õlidel tavaliselt 2-3 peamist komponenti, mille kontsentratsioon on kõrgem kui teistel seal sisalduvatest komponentidest, jäädes 20% ja 70% vahemikku. Üldiselt määravad need peamised komponendid eeterlike õlide bioloogilised omadused. Põhirühma komponendid koosnevad terpeenidest ja

terpenoididest ning teistest aromaatsetest koostisosadest. (Bakkali *et al.* 2008) Terpene teatakse kui kahjurite toitumist ja munemist pärssivat komponenti (Sosa *et al.* 2019).

Kõige levinuim eeterlike õlide ekstraheerimisviis on destilleerimine auruga, kuid on ka teisi võimalusi, nagu näiteks hüdrodiffusioon ja lahustiga ekstraheerimine. Meetod sõltub kasutatavast botaanilisest materjalist. Näiteks rosmariinilehtede (*Rosmarinus officinalis* L.) puhul kasutatakse hüdrodiffusiooni, tüümiani puhul destilleerimist auruga, salvei (*Salvia officinalis* L.) puhul lahustiga ekstraheerimist. (Tongnuanchan, Benjakul 2014)

1.3. Hariliku tüümiani ja hariliku kadaka ekstraktide mõju putukatele

1.3.1. Harilik tüümian ja selle mõju putukatele

Tüümian ehk aed-liivatee (*Thymus vulgaris*) kuulub huulõieliste sugukonda ja on Eestis kultuurtaimena kasvav poolpõõsas (Raal *et al.* 2018). Tal on piklikud hallrohelist lehed, mis on 5-10 mm pikkusega ning 0,8-2,5 mm laiusega. 10-30 cm kõrguseks kasvaval aed-liivateel on helevioletsed õied. Tüümiani keemiliste omaduste tõttu kasutatakse teda tihti eeterliku õlina. Õli sisalduse varieeruvus taimes tuleneb kliimast, pinnasest ning valgusest. Tüümiani lehti hõõrudes või neid muud moodi vigastades levib seal olev lenduv õli õhku, andes taimale iseloomuliku vürtsika aroomi. Kusjuures selle aroomi allikaks on õlis sisalduv tümool. Kuivatatud tüümiani mass sisaldab endas 1-2,5% eeterlikku õli. Taime teatakse kui lõhna- ja maitseainet. Tema raviomaduste tõttu on teda kasutatud juba sajandeid. (Stahl-Biskup, Venskutonis 2012) Park *et al.* (2017) sõnul on tüümian kahjuritõrjesse väga sobiv, sest lisaks tema insektitsiidsetele omadustele on ta hea taim, mida on kerge hankida ja kasvatada.

Kui kunagi arvati, et eeterlikud õlid on toksilised ainevahetusprotsessi jäägid, millel puudub taime jaoks praktiline väärtus, siis tänapäeval usutakse, et need õlid aitavad taimedel kahjureid tõrjuda ning mikroobide rünnakut ära hoida (Stahl-Biskup, Saez 2002). Deletre *et al.* (2013) katsetest selgus, et tüümian mõjus peletavalt hallsääse (*Anopheles*) perekonda kuuluva sääseliigi (*Anopheles gambiae* L.) valmikutele.

Park *et al.* (2017) uuris enda katsetes viie erineva taime eeterliku õli mõju nokaliste (*Hemiptera*) seltsi kuuluvale kahjurile (*Pochazia shantungensis* Chou & Lu.). Nendeks

taimedeks olid lisaks harilikule tüümianile veel aedruut (*Ruta graveolens* L.), pomerantsipuu (*Citrus aurantium* L.), sidrun-lõunamürt (*Leptospermum petersonii* B.) ja harilik raudrohi. Katsetulemustest selgus, et nendest õlidest oli antud kahjuri vastu kõige kõrgema toksilisusega tüümian. Kusjuures leiti, et tüümiani eeterliku õli toksilisus oli 1,3 korda suurem antud kahjuri nümfidele võrreldes täiskasvanud valmikutega. (Park *et al.* 2017). Vite-Vallejo *et al.* (2018) andmetel mõjus toksiliselt harilikust tüümianist valmistatud 11% kontsentratsiooniline etanooliekstrakt, hävitades 94% tubakakarilastest (*Bemisia tabaci* G.). El-Solimany ja Mazeed (2019) uurisid erinevate taimede eeterlike õlide mõju väikesele-kapsaliblikale (*Pieris rapae* L.). Nad leidsid, et tüümiani eeterlik õli toimis isupärssijana, vähendades söömust 84.26%. Samuti vähendas õli kapsaliblika munade arvu munakurnas. (El-Solimany ja Mazeed 2019)

1.3.2. Harilik kadakas ja selle mõju putukatele

Harilik kadakas (*Juniperus communis*) on igihaljas mitmeaastane okaspuu, mis on üks levinumaid puittaimi jahedas parasvöötme piirkonnas. Ta on aeglase kasvuga ja väga pikaeline puu, kasvades üle 600 aasta vanuseks. Puu on valgusnõudlik, kuid võib kasvada ka varjulistes kohtades. Kadakas on hea kohanemisvõimega ning võib kasvada kas üksiku puuna männi- või segametsades, või moodustada hoopis puistu. Harilikul kadakal on rohelised okkakujulised lehed, mis on 10-15 mm pikad ning 1-2 mm laiad. Kadakas on tuultolmlev kahekojaline puu: isased ja emased käbid kasvavad erinevatel taimedel. Isastel ja emastel taimedel võib vahet teha nende kasvu järgi. Samal ajal kui isased taimed kasvavad kõrgeks, kuni 10 meetri kõrguseks ja meenutavad puud, siis emastaimed on pigem laialivalguvad ning meenutavad põõsast. (Ložiene, Venskutonis 2016)

Kadakas on tuntud taim rahvameditsiinis ning usuti, et ta kaitseb maju kurjuse ning äikese eest ja põllukultuure rahe, põua ning näriliste eest. Tänapäeval tuntakse puud tema eeterlike õlide järgi. Taime aromaadne eeterlik õli on kogunenud käbidesse ning okastesse. Kusjuures toorete käbide õlisisaldus on suurem kui küpsetes käbides, olles tooretel kuni 4,2% ja küpsetes kuni 1,1%. Käbides olevat õli kasutatakse meditsiinis, ning toidu- ja joogitööstuses. Näiteks kasutatakse seda vürtsina liha maitsestamisel, marinaadides ja džinni lõhna- ja maitseainena. Kadaka oksad ja okkad tekitavad tugevat aromaatsset suitsu, mida on iidsetest aegadest alates kasutatud liha ja kala suitsutamisel. Kuigi neis sisalduv

eeterliku õli hulk on madalam kui käbides, olles kuni 0,9%, siis nende keemiline koostis on väga sarnane. Taime eeterlikest õlidest moodustavad põhilise osa terpeenirühm, mis annavad taimale tugeva ning omapärase lõhna ning antibakteriaalsed omadused. (Ložiene, Venskutonis 2016)

Kadakas on tuntud ka kahjuritõrjes. Näiteks kirjeldasid Carroll *et al.* (2011) kadaka eeterlikku õli kui efektiivset tõrjevahendit puugile (*Ixodes scapularis* S.). Hashemi ja Rostaefar (2014) uurisid hariliku kadaka eeterliku õli insektitsiidset mõju terapurelasele ja punasele jahumardikale (*Tribolium castaneum* H.). Leiti, et õli mõju sõltus kontsentratsioonist ja kokkupuuteajast. Katsetulemustest selgus, et terapurelane oli õli mõjule tundlikum kui jahumardikas, kuid toksiline mõju oli olemas neile mõlemale. (Hashemi ja Rostaefar 2014)

2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1. Suur-kapsaliblikas

Suur-kapsaliblikas (*Pieris brassicae*) kuulub seltsi liblikalised (*Lepidoptera*) ning sugukonda põualibliklased (*Pieridae*). Kahjuri levikuala on peaaegu kõikjal, kus viljeletakse ristõielisi kultuure. Eestis on tema esinemine tavaline. Suur-kapsaliblika arvukus sõltub aastast: on aastaid kus tema arvukus on väga madal, kuid iga 10-12 aasta tagant toimub antud kahjuri masspaljunemine. Masspaljunemise käigus ohustab suur-kapsaliblikas terveid põlde ning ta kahjustab isegi ristõielisi umbrohtusid. (Hiisaar *et al.* 2002)

Suur-kapsaliblikas on oma olemuselt oligofaag. Liblikas eelistab ristõieliste sugukonna *Brassica* perekonna taimi, sest need taimed on tema kõige eelistatuimad toidutaimed. Ta kahjustab ka metsikuid ristõielisi, nagu näiteks põldsinepit ja põldrõigast (*Raphanus raphanistrum* L.). Oma toidutaimed tunneb ta ära ristõielistele spetsiifilise lõhna ning maitset andvate sinepiõlide järgi. (Hiisaar *et al.* 2002)

Suur-kapsaliblika valmiku tunneb ära tema valgete tiibade järgi. Emast liblikat eristab isasest tema suurem suurus. Samuti saab sugudel vahet teha tiibadel olevate täppide järgi. Nii isasel kui emasel liblikal on esitiival tume tiputähn, mis ulatub kuni välisserva keskkohani. Samuti on mõlemast soost liblikate tagatiibade siseküljel must laik. Emaste ja isaste täppide vahe seisneb selles, et emaste esitiibadel on veel kaks musta laiku ning liblika tagakeha on kaetud tumedate soomustega. (Hiisaar *et al.* 2002)

Suur-kapsaliblikas muneb ainult sellistele taimedele, mis sisaldavad glükosinolaate. Näiteks võib ta muneda suurele mungalillele (*Tropaeolum majus* L.), mis on küll ristõielistest taimedest väga kaugel, kuid sisaldab glükosinolaate ja seetõttu sobib ta munemiseks. Liblikas muneb oma helekollased munad kogumikena lehe alumisele küljele. Kusjuures munade värvus muutub hiljem oranžiks. Röövikutel on viis kasvujärku. Kuni kolmanda kasvujärguni püsivad röövikud pesakonnana koos. Nad toituvad taime välimistel lehtede kesk- või ääres, närides neisse erineva suuruse ja kujuga salkusid. Vanema

kasvujärgu röövikud hajuva taimel laiali ning osa neist võib ümber kolida ka naabertaimedele. Röövikud roodavad lehti ning tugevama kahjustuse korral jäävad lehtedest järele vaid jämedamad sooned. Viienda kasvujärgu valmikud tunneb ära sinkjashalli peakapsli järgi, mis noorematel röövikutel on mustad. Viienda kasvujärgu rööviku keha on kollakas-musta tähniline ning kaetud hõredate karvakestega. Peale viiendat kasvujärku asuvad röövikud nukkuma, ehk toimub keha ümberkorraldus, mille tagajärjel saab nukust valmik. Nukud on esimese põlvkonna röövikutel helerohelised, teise põlvkonna nukud aga rohekas- või sinakashallid. (Hiisaar *et al.* 2002)

Suur-kapsaliblika talvitumine toimub diapausis ehk prospektiivses puhkeseisundis nukuna. See seisund tähendab seda, et valmistatakse ebasoodsate keskkonnatingimuste saabumiseks. Talvitumiseks otsitakse koht, mis oleks lumepiirist kõrgemal, kas siis hoonete seintel, kivil vms. Liblikate koorumine toimub mais-juunis. Esmaseks toiduks liblikatele on õistaimede nektar. Soodsa ilmaga toimub kopuleerumine ning munemine ruttu. Munemine toimub nagu eelnevalt mainitud vaid glükosinolaate sisaldavatele taimedele. Liblika eluiga sõltub soost, toitumisvõimalustest ning ilmastikust. Kui isase liblika eluea pikkus on nädal, siis emase oma on üks kuu. Munemine toimub lehe alla kogumikuna, kusjuures munetakse 20-50 muna kaupa. Üks emane liblikas suudab muned kuni 750 muna. Embrüonaalse arengu kiiruse juures on väga suur roll temperatuuril: kui soodsalt soojade temperatuuride juures toimub areng viie päeva jooksul siis madalamate temperatuuride juures toimub see üle kahe nädala. (Hiisaar *et al.* 2002)

Suur-kapsaliblikas annab Eesti tingimustes enamasti kaks täispõlvkonda, kuid on juhuseid kus sooja suve korral ka osaliselt kolmanda. Esimese põlvkonna röövikute nukkumine toimub toidutaimel, teine põlvkond rändab põllult ära sobivat talvitumiskohta otsima, mis oleks lumepiirist kõrgemal. Nukkuma asudes kinnitavad röövikud end võrgendiniidiga nukkumisaluse külge. Nukk jääb alusele pidama niikaua, kuni toimub liblikate väljalend. (Hiisaar *et al.* 2002)

2.2. Katsete korraldus

Katsed viidi läbi 2019. aasta septembris Eesti Maaülikooli taimetervise katselaboris. Katseputukaks oli suur-kapsaliblikas, sest ta on ristõielistel kultuuridel levinud oluline

kahjur ning tema röövikuid on lihtne kasvatada laboritingimustes. Suur-kapsaliblika röövikud koguti Tartumaa põldudelt, kolmanda kasvujärgu röövikud toodi laborisse ja kasvatati seal viienda kasvujärguni. Kasvujärke on võimalik tuvastada näiteks peakapsli läbimõõdu järgi, mida on näha ka tabelist 1, kus on toodud välja iga kasvujärgu puhul suur-kapsaliblika rööviku peakapsli läbimõõt millimeetrites. Katsetaimena kasutati valget peakapsast (*Brassica olerace* L.), sest see on suur-kapsaliblika röövikute üks armastatuimaid toidutaimi (Hiiesaar *et al.* 2002). Seetõttu on sellel taimel ka suur oht nende rünnaku alla sattuda.

Tabel 1. Suur- kapsaliblika rööviku peakapsli läbimõõdud (mm) kasvujärgude viisi (Feltwell 1982)

Kasvujärk	I	II	III	IV	V
Suur-kapsaliblika rööviku peakapsli läbimõõt (mm)	0,3-0,4	0,6-0,7	1,0-1,2	1,7-1,9	2,7-2,9

Röövikuid hoiti enne katse alustamist 24 tundi ilma toiduta. Läbi viidi kaks erinevat katsetoitumisaktiivsuse katse ja toidutaimede valikukatse. Lehekettad mõõdeti enne ja pärast röövikute toitumist lehepinnamõõturiga AreaMeter AM 100-ga (ADC BioScientific Ltd, England). Lehekettad paigutati lehepinnamõõturile, mõõdeti skänneriga leheketta pind ja seejärel saadud tulemusi analüüsiti. Tüümiani-kadakaekstrakt oli tööstuslikult toodetud Baltic Agro poolt ja lahus oli valmis kasutamiseks. Aed-liivatee töötlusvariandi vesilahuse valmistamiseks lisati 6 tilka õli 1 liitrile destilleeritud veele. Mõlemasse lahusesse lisati AS Orto toodetud rohelist seepi 1 tilk/1 liitri vee kohta.

2.2.1. Toitumisaktiivsuse katse

Toitumisaktiivsuse katses toitusid suur-kapsaliblika röövikud vastavalt katseskeemile töödeldud lehekettastel. Katse teostati 15 korduses. Katses kasutati 7 cm läbimõõduga lehekettaid, mis asetati nummerdatud Petri tassidele. Lehed pesti ja töödeldi erinevate lahustega ning jäeti kuivama.

Katses kasutatud töötlemisvariandid olid järgnevad:

1. Tüümiani eeterliku õli vesilahus (edaspidi tüümian)

2. Tüümiani-kadakaekstrakt (edaspidi valmislahus)
3. Destilleeritud vesi (edaspidi kontroll)
4. Destilleeritud vesi ja roheline seep (edaspidi kontroll+RS)

Rohelist seepi kasutati katses kleepuvuse ja eeterliku õli lahustuvuse parandamiseks. Kontroll-lehtede töötlemine veega oli oluline, et säilitada võrdsed tingimused kogu katsematerjalil.

Igasse petritassi asetati töödeldud leheketas ja röövik. Ööpäeva möödudes võeti röövikud lehtedelt ning mõõdeti allesjäänud leheketaste pindalad. Saadud andmeid analüüsiti ja tulemustest koostati joonised programmis Microsoft Excel.

2.2.2. Toidutaime valikukatse

Toidutaime valikukatses oli suur-kapsaliblika röövikutel võimalik valida vastavalt katseskeemile kahe erinevalt töödeldud leheketta vahel. Katse teostati 15 korduses. Katses kasutati 3,5 cm läbimõõduga lehekettaid. Lehed pesti ja töödeldi erinevate lahustega ning jäeti kuivama.

Katses kasutatud töötlemisvariandid olid järgnevad:

- Tüümian vs kontroll
- Tüümian vs kontroll+RS
- Valmislahus vs kontroll
- Valmislahus vs kontroll+RS

Seejärel asetati katsekarpidesse kaks erinevalt töödeldud lehte ja röövik. Röövikute paiknemist lehtedel vaadeldi esimese, teise, kolmanda ja 24. tunni järel. Vaatlusandmed registreeriti ja neist koostati joonised programmis Microsoft Excel. Katseandmeid töödeldi statistiliselt.

2.3. Andmete töötlemine

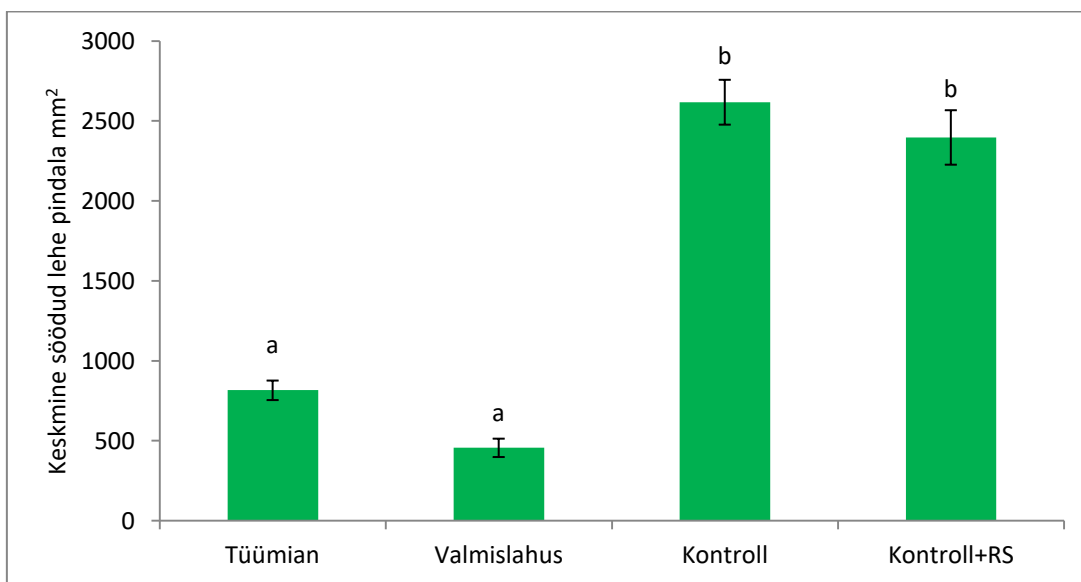
Andmete töötlemiseks kasutati programme Microsoft Excel ja Statistica. Statistiliste analüüside tegemiseks kasutati ühefaktorilist dispersioonanalüüsi, (One-Way ANOVA), millega analüüsiti, kas lehtede töötlemine taimsete preparaatidega mõjutab suurskapsaliblika röövikute toitumisaktiivsust ning toitumisaktiivsust erinevate variantide vahel võrreldi Tukey HSD testiga ($p < 0,05$). Katsetulemuste analüüsimisel kasutati ka Hii-ruut-testi (χ^2 -test), analüüsiti röövikute jaotumust taimel. Student t-testiga võrreldi toidutaime valikkatses töötlusvariantide omavahelisi erinevusi. Käesolevas töös on andmed välja toodud keskmistena ja standardveaga.

3. TULEMUSED JA ARUTELU

3.1. Suur-kapsaliblika röövikute toitumisaktiivsuse katse

Toitumiskatsed suur-kapsaliblika röövikutega viidi läbi neljas erinevas töötlusvariandis ja tulemustest selgus, et röövikute toitumisaktiivsus oli töötlusvariantides erinev. Katsetulemuste statistiline andmetöötlus näitas, et lehtede töötlemine erinevate lahustega mõjutas oluliselt röövikute toitumisaktiivsust. (ANOVA $F_{3,56}=86,001$; $p<0,001$) Joonisel 1 on välja toodud röövikute söödud lehepindalad keskmiste väärtustena.

Joonisel 1 olevate katsetulemuste omavahelisel võrdlemisel selgus, et röövikud toitunud oluliselt rohkem kontrollvariandi lehtedel (Tukey HSD; $p<0,05$). Väiksem oli röövikute toitumisaktiivsus tüümiani eeterliku õliga ja tüümiani-kadakaekstraktiga töödeldud variantides. Kontrollvariantide (s.t. kontrollvariant vs kontrollvariant RS-ga) ega preparaasidega töödeldud variantide (s.t. eeterlik õli vs valmislahus) omavahelisel statistilisel võrdlemisel erinevusi ei leitud (Tukey HSD; $p>0,05$).



Joonis 1. Suur-kapsaliblika (*P. brassicae*) röövikute keskmine söödud lehepindala toitumisaktiivsuse katses erinevates töötlusvariantides. Joonisele on kantud standardviga. Tukey HSD test, $p<0,05$; tähed tulpadel näitavad usaldusväärset erinevust.

Nagu jooniselt 1 võib näha, siis 24 tunni jooksul alates katse alustamisest olid röövikud söönud kontroll-lehest keskmiselt 2618 mm², mis oli ligikaudu 40% kogu lehepinnast. Veidi vähem söödi kontroll+RS lehti, nimelt 2397 mm² ehk ligikaudu 37% kogu lehest.

Võrreldes omavahel taimsete preparaatidega töödeldud lehtede pindalasid (s.t. tüümianiga ja tüümiani-kadakaekstraktiga), siis eelistasid röövikud toituda pigem tüümiani variandist. Tüümianiga töödeldud lehti söödi 816 mm² ning tüümiani-kadakaekstraktiga töödeldud lehti 457 mm². Ehk vastavalt 12% ja 7% kogu lehepinnast. Nende preparaatide omavahelisel statistilisel võrdlemisel olulisi erinevusi aga ei leitud (Tukey HSD; $p < 0,05$).

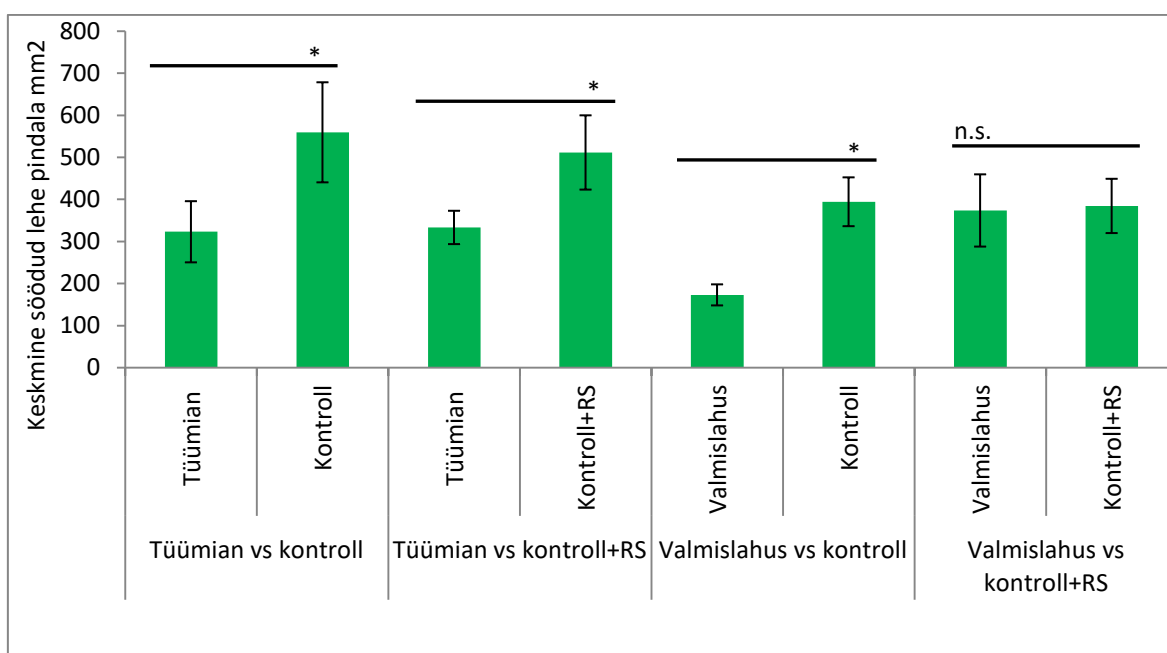
Katse tulemustest võib järeldada, et nii tüümianil kui ka tüümiani-kadakaekstrakti valmislahusel oli oluline mõju röövikute toitumisaktiivsusele (Tukey HSD; $p < 0,05$). Soosaar (2019) leidis oma uurimuses, et tüümiani eeterliku õliga töötlemine mõjus suur-kapsaliblika röövikute toitumisele peletavalt ja toitumisaktiivsus oli madal. Ka antud katse tulemused näitasid tüümianiga töötlusvariandil röövikute madalat toitumisaktiivsust. On teada, et mitme taimeliigi kasutamine ühes töötlussegus võib tugevdada erinevate taimsete ühendite koosmõju (Luik 2012). Nii võimendas tunduvalt hariliku männi ja koirohu segu kasutamine mõju punasele kedriklestale (Luik *et al.* 2007). Mariappan ja Saxena (1984) leidsid, et suhkruõuna (*Annona squamosa* L.) ja neemipuu õlide segu oli kahetiivaliste seltsi kuuluvale putukale (*Nephrotoma virescens* L.) toksilisem võrreldes kahjurit vaid ühe taimeõliga tõrjudes. Nad leidsid, et mitme taime eeterlike õlide segamine annab lisaefekti. (Mariappan, Saxena 1984) Sarnaseid tulemusi kirjeldasid ka Grzybowski *et al.* (2012) enda töös, kus nad leidsid, et anoonaliste (Annonaceae) sugukonda kuuluvast taimest (*Annona muricata* L.) ja mustast piprast (*Piper nigrum* L.) valmistatud etanooliekstraktidel olid seguna kasutades pistesääsklaste (Culicidae) sugukonda kuuluvale sääsele (*Aedes aegypti* L.) tugevam larvitsiidne toime kui neid ekstrakte eraldi kasutades.

Ka antud katses aed-liivatee ja kadaka ekstraktiga leheketaste töötlemine põhjustas peletavat toimet suur-kapsaliblika röövikutele ja selle töötlusvariandi lehtedel toituti oluliselt vähem kui mõlema kontrollvariandi lehtedel. Paljude autorite katsetest on leitud, et mitme taimeekstrakti koos kasutamisel on mõju taimekahjuritele efektiivsem (Luik 2012; Mariappan, Saxena 1984; Grzybowski *et al.* 2012). Nii oli see ka antud katses, kus röövikute toitumisaktiivsus oli väike mitme taime (tüümian ja kadakas) ühendite koosmõju ehk sünergismi tõttu.

3.2. Suur-kapsaliblika röövikute toidutaime valikukatse

Joonisel 2 on välja toodud suur-kapsaliblika röövikute poolt söödud lehepindalade võrdlus toidutaime valikukatses. Katse toimus 2019. aasta 3. kuni 4. septembril.

Joonisel 2 olevatest katsetulemustest selgus, et ööpäeva jooksul sõid röövikud rohkem kontroll-lehti, kui preparaadiga töödeldud lehti. Välja arvatud töötlusvariandi valmislahus vs kontroll+RS puhul, kus mõlemat katselehte söödi enam-vähem sama palju.



Joonis 2. Suur-kapsaliblika (*P. brassicae*) röövikute keskmine söödud lehepindala erinevates töötlusvariantides ööpäeva möödudes. Joonisele on kantud ka standardviga. (Tärn tulpade peal tähistab olulist erinevust: t-test $p < 0,05$; n.s. tulpade peal tähistab olulise erinevuse puudumist: t-test $p > 0,05$).

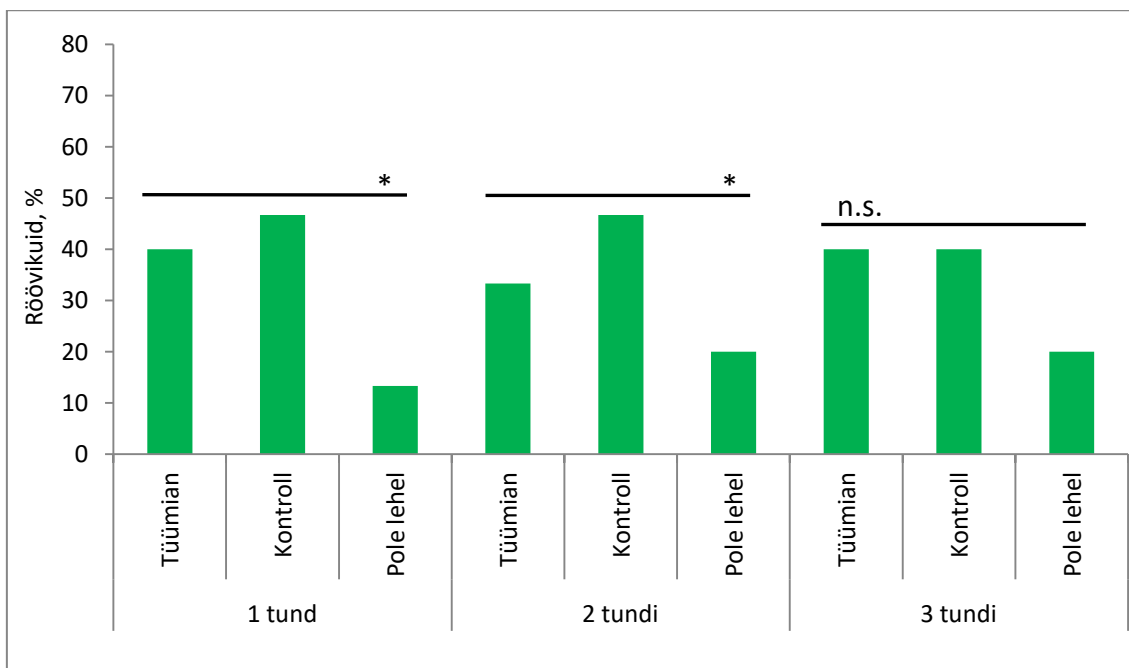
Esimeses töötlusvariandis (tüümian vs kontroll) sõid röövikud rohkem kontrollvariandi lehti, tulpade omavahelisel statistilisel võrdlusel leiti olulised erinevused (student t-test; $p < 0,05$; $t = -1,7$; $df = 28$). Järgmises töötlusvariandis (tüümian vs kontroll+RS) sõid röövikud oluliselt rohkem kontrollvariandi lehti, kuid mõnevõrra vähem kui esimese töötlusvariandi puhul. Tulpade omavahelisel statistilisel võrdlemisel leiti usaldusväärseid erinevusi (student t-test; $p < 0,05$; $t = -1,84$; $df = 28$). Kolmandas töötlusvariandis (tüümiani-kadakaekstrakti vs kontrollvariant) toitunud röövikud oluliselt rohkem kontrollvariandi lehtedel võrrelduna valmislahusega töödeldud variandiga (student t-test; $p < 0,05$; $t = -3,5$; $df = 28$). Neljandas töötlusvariandis (tüümiani-kadakaekstrakt vs kontroll+RS) statistiliselt

usaldusväärseid erinevusi töötlusvariantide vahel ei leitud, röövikud olid toitunud võrdselt mõlemal variandil (student t-test; $p>0,05$; $t=-0,1$; $df=28$).

Esimese kolme töötlusvariandi puhul olid röövikud ülekaalukalt eelistanud kontrollvariandi lehti, samal ajal kui töödeldud lehtedest söödi tunduvalt vähem. Sellest võib järeldada seda, et taimsete ekstraktidega leheketaste töötlemine avaldas olulist mõju röövikute toidutaime valimisel.

3.2.1. Röövikute eelistused toidutaime valikukatses kolme esimese tunni jooksul

Joonisel 3 on välja toodud röövikute paiknemine kolme esimese vaatlustunni möödumisel töötlusvariandil tüümian versus kontroll. Röövikud paiknesid nende tundide jooksul kas tüümianiga töödeldud lehtedel, kontrollvariandi lehtedel või asusid nad karbis mujal. Võrreldes röövikute paiknemist tüümianiga töödeldud variandis ja kontrollvariandis, siis enamasti paiknesid nad viimasel. Välja arvatud katse kolmandal tunnil, kus tüümiani eeterliku õliga töödeldud lehteketastel ja kontrollvariandi lehteketastel paiknes röövikuid võrdselt.



Joonis 3. Suur-kapsaliblika (*P. brassicae*) röövikute paiknemine töötlusvariandi tüümian vs kontroll esimese kolme tunni jooksul. (Tärn tulpade peal tähistab olulist erinevust: χ^2 -test $p<0,05$; n.s. tulpade peal tähistab olulise erinevuse puudumist: χ^2 -test $p>0,05$).

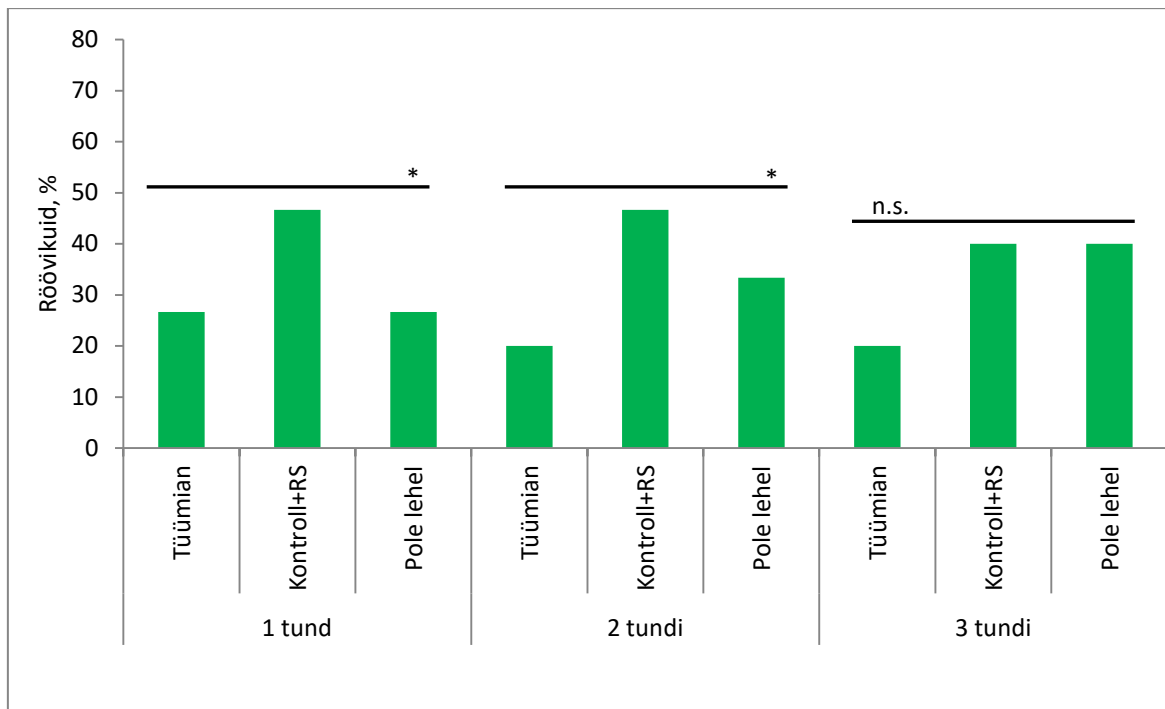
Jooniselt 3 selgub, et esimese tunni möödudes oli suurem osa röövikutest liikunud kontroll-lehtedele, nimelt oli seal ligikaudu 47% röövikutest. Veidi vähem, nimelt 40% röövikutest, oli asunud sööma tüümianiga töödeldud lehti ning ligikaudu 13% röövikutest polnud lehtedel ja liikusid hoopis karbis ringi.

Teise tunni möödudes polnud kontroll-lehtedel muutust toimunud. Muutunud oli aga röövikute arv tüümianiga töödeldud variandis: umbes 7% röövikutest oli lehtedelt minema liikunud, olles hoopis karbi seintel. Lehtedel mitteolevaid röövikuid oli järelikult selleks ajaks kokku 20%. Tüümianiga töödeldud leheketastele jäi ligikaudu 33% röövikutest.

Kolmanda tunni möödudes oli mõlemal katsetaimel mittepaiknevate röövikute arv sama, mis pärast teise tunni möödumist (20%). Muutus röövikute paiknemises oli toimunud aga tüümianiga töödeldud lehtede ja kontroll-lehtede vahel, kus umbes 7% röövikutest oli liikunud tüümianiga töödeldud lehtedele. Kontroll-lehtedele jäi 40% röövikutest ja tüümianiga töödeldud lehtedel oli kolmanda tunni lõpuks samuti 40% röövikutest.

Katsetundide statistilisel võrdlemisel leiti röövikute paiknemises usaldusväärsed erinevused kahel esimesel tunnil (hii-ruut-test; $p < 0,05$). Kolmandal katsetunnil paiknemises usaldusväärseid erinevusi ei leitud (hii-ruut-test; $p > 0,05$). Kokkuvõtvalt paiknesid röövikud esimese kolme tunni jooksul kõige rohkem kontroll-lehtedel. Sellest võib järeldada, et tüümianil ehk aed-liivateel oli röövikuid peletav mõju. Põhjus, miks kolmanda tunni jooksul oli osa röövikuid liikunud kontrollvariandi lehtedelt hoopis tüümianiga töödeldud lehtedele, võib tuleneda sellest, et putukatel läheb sageli vaja kauem aega, et otsustada milliseid lehti süüa ja milliseid mitte. Nimelt on röövikute haistmismeel halvemini välja arenenud kui täiskasvanud liblikatel (Brues 1952). Vajalik otsustamisaeg võis olla tingitud ka sellest, et lisaks lõhnale, otsustavad putukad sageli objekti sobivuse üle ka maitsmise ja kompimise teel (Luik 2012).

Joonisel 4 on välja toodud röövikute paiknemine kolme esimese vaatlustunni möödumisel töötlusvariandil tüümian versus kontroll+RS. Võrreldes röövikute arvu tüümianiga töödeldud ning kontrollvariandi leheketastel, siis paiknesid röövikud ülekaalukalt viimasel. Kolme tunni jooksul eelistas rohkem röövikuid mitte paikneda taimel. Tüümiani töötlusvariandis paiknenud röövikute arv langes mõnevõrra peale esimest katsetundi, jäädes teisel ja kolmandal katsetunnil samaks.



Joonis 4. Suur-kapsaliblika (*P. brassicae*) röövikute paiknemine töötlusvariandi tüümian vs kontroll+RS esimese kolme tunni jooksul. (Tärn tulpade peal tähistab olulist erinevust: χ^2 -test $p < 0,05$; n.s. tulpade peal tähistab olulise erinevuse puudumist: χ^2 -test $p > 0,05$).

Jooniselt 4 selgub, et esimese katsetunni möödudes oli suurim osa röövikutest kontrollvariandi lehtedel, seal paiknes ligikaudu 47% röövikutest. Tüümianiga töödeldud lehekettastel ja taimel mitteolevate röövikute protsent oli sama: mõlemal oli ligikaudu 27% röövikutest.

Teise vaatlustunni järel polnud röövikute paiknemises kontrollvariandi lehtedel muudatusi toimunud. Seal paiknes ligikaudu 47% röövikutest. Tüümianiga töödeldud variandis langes seal paiknevate röövikute arv 20%-ni ja taimel mittepaiknevate röövikute arv tõusis 33%-ni.

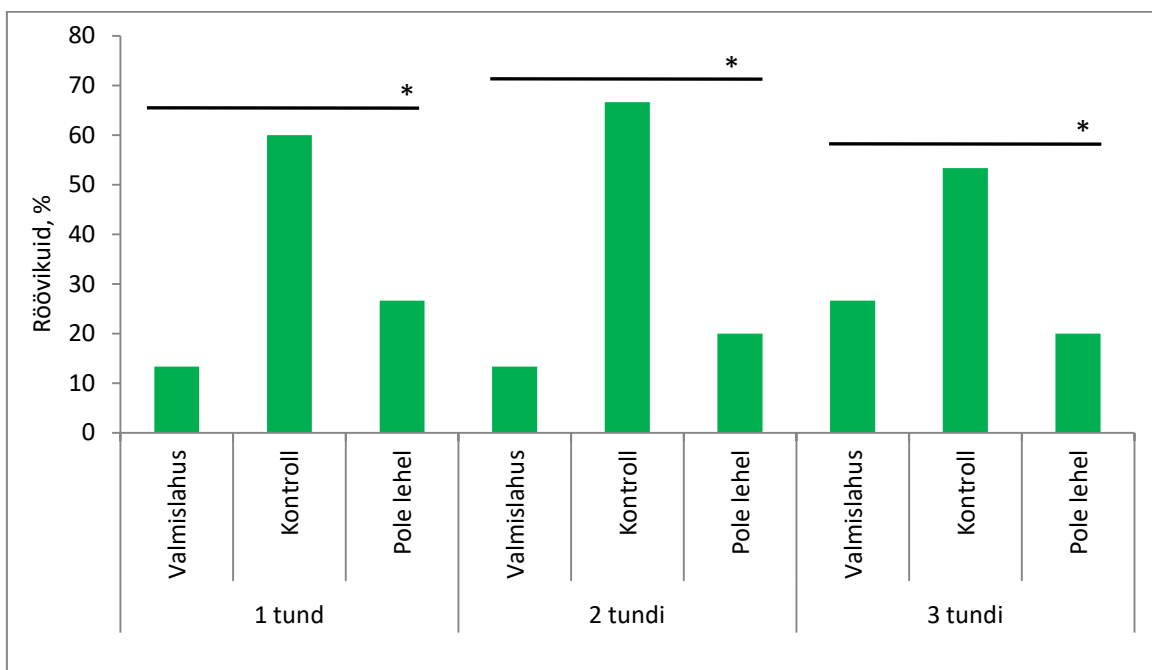
Peale kolmandat vaatlustundi oli tüümianiga töödeldud lehtedel paiknevate röövikute arv jäänud samaks, olles 20% kogu röövikutest. Kontroll-lehtedel viibis 40% röövikutest ning lehtedest eemal paiknes samuti 40% röövikutest.

Võrreldes kolme katsetunni andmeid, siis tüümianiga töödeldud lehtedel olevate röövikute arv langes peale esimest tundi, jäädes teisel ja kolmandal tunnil samaks. Kontrollvariandi lehtedel paiknevate röövikute arv oli esimesel kahel tunnil ühesugune ning langes kolmanda tunni jooksul. Lehtedest eemal paiknevate röövikute arv kasvas iga katsetunniga olles kolmandaks tunniks võrdne kontrollvariandiga.

Katsetundide statistilisel võrdlemisel leiti röövikute paiknemises usaldusväärsed erinevused kahel esimesel tunnil (hii-ruut-test; $p < 0,05$). Kolmandal katsetunnil paiknemises usaldusväärseid erinevusi ei leitud (hii-ruut-test; $p > 0,05$).

Yazdani *et al.* (2014) ning Khosravi ja Sendi (2014) jõudsid oma töös järeldusteni, et nende poolt läbiviidud katsetes oli tüümiani eeterlikul õlil kahjuritele toksiline ja pärssiv mõju. Analooget tüümiani toitumist pärssivat ja toksilist mõju avaldas leheketaste töötlemine ka antud katses, sest röövikud püüdsid vältida töödeldud lehekettaid ja eelistasid kontrollvarianti või üldse mitte lehekettal paikneda.

Joonisel 5 on välja toodud röövikute paiknemine kolme esimese vaatlustunni möödumisel töötlusvariandil valmislahus versus kontroll. Antud töötlusvariandis olid röövikud kõigil kolmel tunnil ülekaaluselt kontrollvariandi lehtedel. Röövikute arv on joonisel välja toodud protsentuaalselt.



Joonis 5. Suur-kapsaliblika (*P. brassicae*) röövikute paiknemine töötlusvariandi valmislahus vs kontroll esimese kolme tunni jooksul. (Tärn tulpade peal tähistab olulist erinevust: χ^2 -test $p < 0,05$).

Jooniselt 5 selgub, et esimese katsetunni möödumisel oli 60% röövikutest asunud kontrollvariandi lehtedele. Ligikaudu 27% röövikutest ei paiknenud kummagi töötlusvariandi leheketastel ning ligikaudu 13% röövikutest paiknes valmislahusega töödeldud lehtedel.

Teise tunni möödudes olid ligikaudu 7% röövikutest, kes varem polnud leheketastel, paiknenud ümber kontroll-lehtedele. Seega oli kontrollvariandi lehtedel olevate röövikute arv suurenenud ligikaudu 67%-ni. Valmislahusega töödeldud lehtedel olevate röövikute arv oli jäänud samaks, olles 13% kõikidest röövikutest. Umbes 20% röövikutest ei paiknenud teise tunni möödudes leheketastel.

Kolmanda tunni lõpuks oli näha muutust röövikute paiknemises kontrollvariandi ja valmislahusega töödeldud lehtedel. Nimelt oli ligikaudu 13% röövikutest liikunud kontrollvariandi lehtedelt üle valmislahusega töödeldud lehtedele. Seetõttu oli valmislahusega töödeldud lehtedel kolmanda tunni möödudes ligikaudu 27% röövikutest. Kontroll-lehtedele jäi 53% röövikutest. Röövikute arv, kes polnud lehtedel, oli jäänud samaks, olles 20% kogu röövikute arvust.

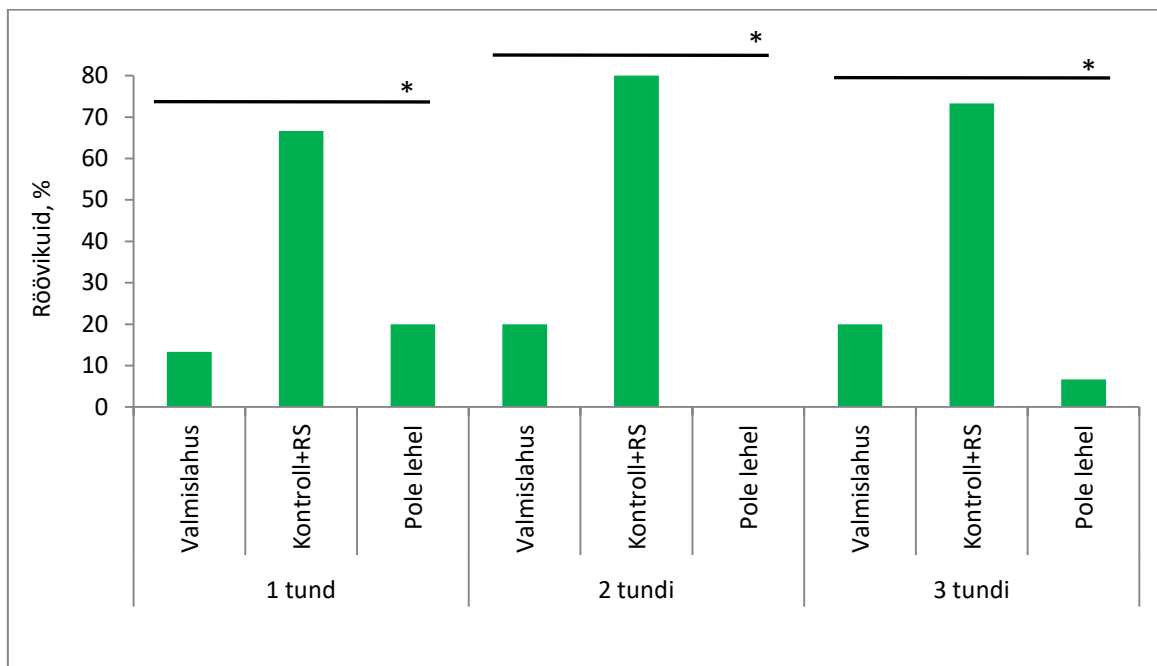
Erinevate katsetundide statistilisel võrdlemisel leiti röövikute paiknemises usaldusväärsed erinevused nii esimese, teise kui ka kolmanda tunni möödumisel (hii-ruut-test $p < 0,05$). Põhjus, miks kolmanda tunni jooksul oli osa röövikuid liikunud kontrollvariandi lehtedelt ekstraktiga töödeldud lehtedele, on sarnane töötlusvariandiga tüümian vs kontroll (joonis 3). Nimelt vajavad röövikud sageli kauem aega, et teha kindlaks objekti sobivus ja selle mitesobivus (Luik 2012).

Ka Kariyat (et al. 2017) kirjeldasid oma uurimuses liblikaliste (seltsi) kuuluva (*Manduca sexta* L.) röövikuga, et kuna röövikutel on piiratud nägemine, siis toetuvad nad ümbritseva maailma uurimisel ja hea toidutaimel valikul oma teistele meeltele. Nad kasutavad oma lõhna-, kompimis-, ja maitsemeelt, et hinnata söödavate taimede toiteväärtust. Seetõttu võivad nad algselt taime valimisel teha ka vigu ja toituda toksilistest taimedest, kuid hiljem jõuda siiski meelte abil õige toidutaimeni. Röövikutele on hea toidu leidmine ellujäämiseks ülioluline ja seetõttu on ka taimede vahel valiku tegemine neile esmatähtsaks ülesandeks. (Kariyat et al. 2017)

Vaadeldes joonisel 5 röövikute paiknemist toidutaimedel kolme tunni jooksul, oli enamus röövikuid valinud kontroll-lehed. Sellest võib järeldada, et tüümiani-kadakaekstraktil oli röövikutele peletav mõju, mis muutis röövikute valikut oluliselt ja nad püüdsid vältida töödeldud lehekettaid ning eelistasid kontrollvarianti või üldse mitte lehekettal paikneda.

Joonisel 6 on välja toodud röövikute paiknemine kolme esimese vaatlustunni möödumisel. Töötlusvariandiks oli valmislahus versus kontroll+RS, ehk röövikul oli võimalik valida

valmislahusega töödeldud lehe ning kontroll+RS töödeldud lehe vahel. Kõigil kolmel katsetunnil paiknesid röövikud ülekaalukalt kontroll-lehtedel.



Joonis 6. Suur-kapsaliblika (*P. brassicae*) röövikute paiknemine töötlusvariandi valmislahus vs kontroll+RS esimese kolme tunni jooksul. (Tärn tulpade peal tähistab olulist erinevust: χ^2 -test $p < 0,05$).

Pärast esimese tunni möödumist oli ligikaudu 67% röövikutest koondunud kontroll+RS töödeldud lehtedele. Ligikaudu 13% röövikutest paiknesid valmislahusega töödeldud lehtedel ning ülejäänud 20% röövikutest ei paiknenud taimel.

Need röövikud, kes esimesel tunnil lehtedel ei paiknenud, olid otsustanud teise tunni jooksul liikuda nii kontrollvariandi lehtedele kui ka valmislahusega töödeldud lehtedele. Seetõttu kasvas kontrollvariandi lehtedel olevate röövikute arv 80%-ni ja valmislahusega töödeldud lehtedel olevate röövikute arv 20%-ni.

Kolmanda tunni möödudes jäi valmislahusega töödeldud lehtedel olevate röövikute arv samaks, olles 20%. Ligikaudu 7% röövikutest liikus aga kontrollvariandi lehtedelt minema, liikudes karbi seintele, ehk lehtedel mittepaiknevate röövikute arv tõusis 7%-ni. Kontroll+RS töödeldud lehtedel oli kolmanda tunni möödudes ligikaudu 73% röövikutest.

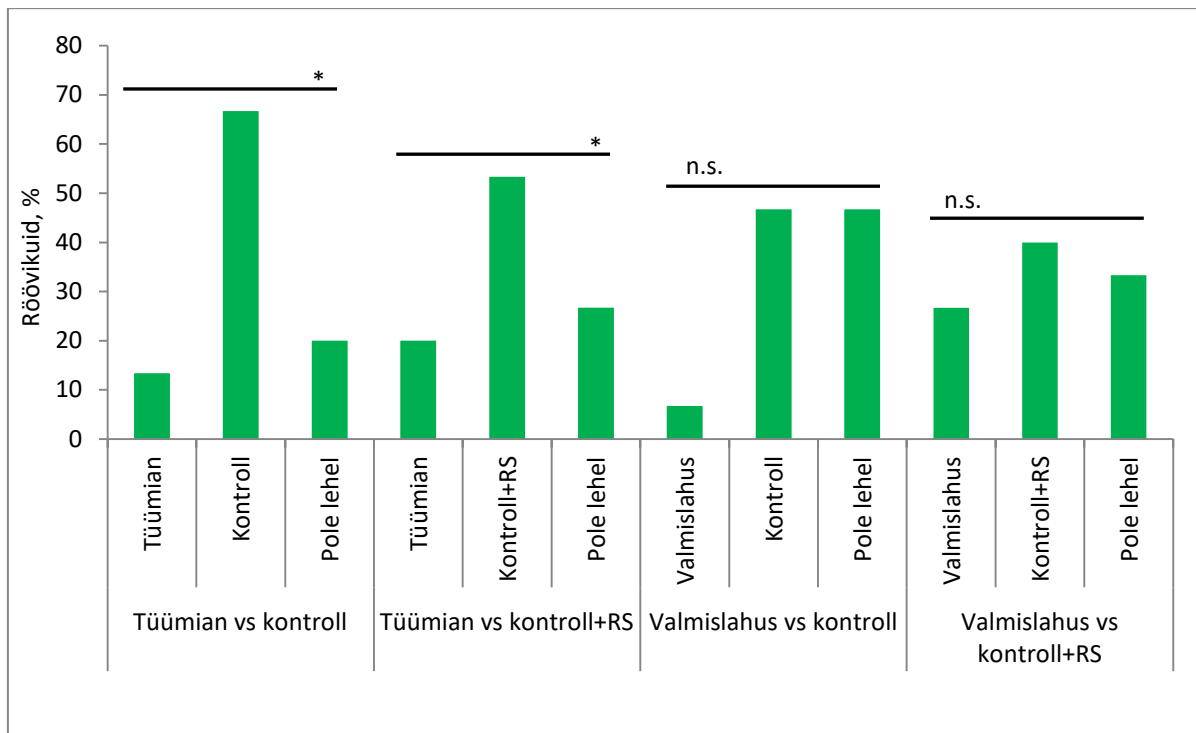
Erinevate katsetundide statistilisel võrdlemisel leiti röövikute paiknemises usaldusväärsed erinevused nii esimese, teise kui ka kolmanda tunni möödumisel (hii-ruut-test $p < 0,05$). Kokkuvõtvalt võib öelda, et töötlusvariandi valmislahus versus kontroll+RS kolme

esimese katsetunni jooksul paiknesid röövikud ülekaalukalt kontrollvariandi lehtedel. Vähem viibis neid valmislahusega töödeldud variantidel ning mujal karbis.

Jooniselt 6 on näha, et selle töötlusvariandi puhul olid röövikute toiduvaliku eelistused väga selged, nimelt olid röövikud ülekaalukalt asunud kontrollvariandi lehtedele. Taolist kindlust valiku suhtes oli näha ka jooniselt 5. Kui võrrelda neid tulemusi joonistega 3 ja 4, kus valikus sellist kindlust näha pole, siis võib väita, et kui töödelda lehti tüümiani-kadakaekstraktiga, siis suudavad röövikud teha oma valiku leheketaste vahel palju kiiremini ning kindlamalt kui tüümiani eeterliku õliga töödeldud variandis. Selliseid tulemusi võib põhjendada mitme taime ühendite sünergismiga, mis suurendas tüümiani-kadakaekstrakti repellentset toimet.

3.2.2. Röövikute eelistused toidutaimede valikukatses 24 tunni möödudes

Joonisel 7 on välja toodud suur-kapsaliblika röövikute toidutaimede eelistused ööpäeva möödumisel. Esimeses töötlusvariandis (tüümian vs kontroll) eelistasid röövikud ka 24 tunni möödumisel paikneda kontrollvariandi lehtedel (üle 60% röövikutest), vähem oli neid tüümianiga töödeldud lehtedel või ei paiknenud nad taimel. Teises töötlusvariandis (tüümian vs kontroll+RS) oli suurim osa röövikutest kontrollvariandi lehtedel (üle 50% röövikutest). Kolmandas töötlusvariandis (tüümian-kadakaekstrakt vs kontroll) eelistasid röövikud samuti valdavalt paikneda kontrollvariandi lehtedel või ei olnud nad taimel ja väga vähe paiknes tüümiani-kadakaekstrakti variandil. Neljandas töötlusvariandis (tüümiani-kadakaekstrakt vs kontroll+RS) olid röövikud valinud rohkem kontrollvariandi lehti, kui valmislahusega töödeldud lehti, kuid suurt erinevust nende paiknemises ei olnud.



Joonis 7. Suur-kapsaliblika (*P. brassicae*) röövikute paiknemine erinevates töötlusvariantides ööpäeva möödudes. (Tärn tulpade peal tähistab olulist erinevust: χ^2 -test $p < 0,05$; n.s. tulpade peal tähistab olulise erinevuse puudumist: χ^2 -test $p > 0,05$).

Jooniselt 7 selgub, et tüüman vs kontroll töötlusvariandi puhul oli 24 tunni möödudes röövikute arv kontroll-lehtedel kõige suurem, olles ligikaudu 67%. Tüümaniga töödeldud lehtedele oli asunud ligikaudu 13% röövikutest ning lehtedel ei paiknenud 20% röövikutest.

Tüüman vs kontroll+RS töötlusvariandi puhul oli 53% röövikutest kontrollvariandi lehtedel. Vähem oli neid tüümaniga töödeldud lehtedel (20%) ning ligikaudu 27% röövikutest lehtedel ei viibinud.

Valmislahus vs kontroll töötlusvariandi puhul oli valmislahusega töödeldud lehtedel vaid 7% röövikutest. Ligikaudu 47% röövikutest polnud lehtedel ning ülejäänud 47% neist kontroll-lehtedel.

Valmislahus vs kontroll+RS töötlusvariandi puhul on näha, et suurem osa röövikutest oli liikunud kontroll-lehtedele, olles 40% kogu röövikute arvust. Valmislahusega töödeldud lehtedel paiknes ligikaudu 27% röövikutest ning lehtedelt ei viibinud ligikaudu 33% röövikutest.

Töötlusvariandi tüümian vs kontroll puhul olid röövikute paiknemises usaldusväärsed erinevused (hii-ruut-test $p < 0,05$). Erinevused leiti ka variandil tüümian vs kontroll+RS (hii-ruut-test $p < 0,05$). Kahe järgneva töötlusvariandi (valmislahus vs kontroll; valmislahus vs kontroll+RS) puhul röövikute paiknemises usaldusväärseid erinevusi ei leitud (hii-ruut-test $p > 0,05$)

Vaadeldes nelja töötlusvarianti ja seda, mis oli toimunud 24 tunni jooksul, siis võib järeldada, et valitud taimsed ekstraktid mõjutasid suur-kapsaliblika röövikute valikuid. Kõige vähem röövikuid preparaadiga töödeldud lehtedel oli töötlusvariandi valmislahus vs kontroll puhul, jäädes vaid 7% juurde kogu röövikutest. Kõige rohkem tõrjevahendiga töödeldud lehtedel oli neid variandi valmislahus vs kontroll+RS puhul, kus valmislahusega töödeldud lehtedel paiknes 40% kogu röövikutest. Võrreldes joonisel 7 olevaid katseandmeid, siis võib järeldada, et tüümiani eeterlikul õlil ja tüümiani-kadakaeskrakti valmislahusel oli oluline mõju suur-kapsaliblika röövikute toidutaime valikule. Röövikud valisid rohkem kontroll-lehti ning taimsete ekstraktidega töödeldud lehti suures osas välditi.

Seda, et röövikutel toidutaime valimisega sageli kauem aega läheb, saab analüüsida joonistelt 3 ja 7. Kui joonisel 3 oli tüümianiga töödeldud lehtedel olevate röövikute arv esimesel kolmel katsetunnil 33-40%, siis joonisel 7 näeb, et tüümianiga töödeldud lehtedel oli röövikute arv vaid 13%. Järelikult suur osa röövikutest otsustas siiski, et tüümianiga töödeldud leht polnud nende jaoks sobiv ning nad liikusid kas kontrollvariandi lehele või lehtedelt minema. Sarnast toidutaime valikut võib näha ka kui võrrelda jooniseid 5 ja 7. Kui joonisel 5 võib näha, et röövikud liikusid katse algul ka taimsete ekstraktidega töödeldud taimedele, siis joonisel 7 on näha, et ööpäeva möödudes oli antud töötlusvariandil (valmislahus vs kontroll) valmislahusega töödeldud lehtedel vaid ligikaudu 7% röövikutest, samal ajal kui kontrollvariandi lehtedel ning karbi seintel oli neid kokku ligikaudu 93%. Järelikult suutsid röövikud tänu oma meelele teha valiku sobivama ja ebameeldiva leheketta vahel. Saadud tulemuste põhjal saab väita, et röövikutele ei piisa sageli kolmest tunnist, et valida endale kindel toidutaim. Nimelt võib pikem otsustamisaeg olla tingitud sellest, et lisaks lõhnale, otsustavad putukad sageli objekti sobivuse üle ka maitsmise ja kompimise teel (Luik 2012).

KOKKUVÕTE

Suurenenud kahjuriarvukuse tõttu on inimesed hakanud aina enam kasutama keemilisi putukatõrjevahendeid. Kasvab aga teadlikkus nende vahendite kahjulikust mõjust keskkonnale, inimestele ja loomadele. Samuti tõuseb kahjurite resistentsus nende kahjulike preparaatide vastu. Et kaitsta keskkonda sünteetiliste vahendite mõju eest, pühendutakse aina enam looduslike putukatõrjevahendite väljatöötamisele ja nende kasutamisele. Suur-kapsaliblikas on üks levinuimaid ja olulisemaid ristõieliste kultuuride kahjureid ning ta võib taimedele suurt kahju põhjustada. Seetõttu uuriti antud töö raames kuidas selle kahjuri vastu võidelda, tehes seda keskkonnasõbralikult.

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärk oli välja selgitada kuidas tüümiani eeterlik õli ning tüümiani ja kadakaekstrakt mõjutavad suur-kapsaliblika röövikute toitumisaktiivsust ja toiduvalikut. Töös uuriti suur-kapsaliblika eelistusi erinevate lahustega töödeldud toidutaimede vahel.

Hüpoteesid:

- a) Taimede töötlemine tüümiani eeterliku õliga ning tüümiani-kadakaekstraktiga vähendab suur-kapsaliblika röövikute toitumisaktiivsust.
- b) Taimede töötlemine tüümiani eeterlikuga õliga ning tüümiani-kadakaekstraktiga mõjutab suur-kapsaliblika röövikute toiduvalikut.

Toitumisaktiivsuse katses oli röövikutel valida, kas süüa töödeldud või töötlemata lehte. Käesolevas töös selgus, et suur-kapsaliblika röövikute toitumisaktiivsus oli kõrgeim kontroll variandis. Võrreldes toitumisaktiivsuse katses röövikute poolt söödud lehepindasid, siis olid röövikud tunduvalt rohkem toitunud kontroll-lehtedest kui taimsete ekstraktidega töödeldud lehtedest. Tüümiani eeterliku õliga ning tüümiani-kadakaekstraktiga töödeldud lehtede söödud pindalaid omavahel võrreldes, eelistasid röövikud pisut tüümianiga töödeldud lehti, kuid olulisi erinevusi nende vahel ei leitud. Tüümiani-kadakaekstrakti ja tüümiani eeterliku õli kasutamine pärssis röövikute toitumisaktiivsust. Mõnevõrra suuremat peletavat toimet röövikutele võis antud

katsetulemuste põhjal märgata kahe taimse ekstrakti koos kasutamisel, mis oli ilmselt tingitud tüümiani ja kadaka ekstraktis leiduvate ühendite koosmõjust.

Toiduvaliku katsest selgus, et röövikud toituisid kolme tunnise vaatlusperioodi jooksul alguses nii taimsete ekstraktidega töödeldud kui ka kontrollvariandi lehtedel, ööpäeva möödumisel eelistati rohkem kontrollvariandi lehekettaid. Toidutaimetöötamise variantides tüümiani-kadaka ekstrakt ja kontroll ning tüümiani-kadaka ekstrakt ja kontroll+RS leiti usaldusväärsed erinevused ning röövikud eelistasid toituda kontroll-lehel. Samas, toidutaimetöötamise variantides tüümiani ja kontroll erinevused olid olemas kahel esimesel tunnil, aga puudusid kolmandal tunnil. Toidutaimetöötamise katsest selgus, et röövikud on olukorras, kus on kaks erinevat töötlust, siis proovitakse mõlemat varianti, kuid lõpuks toitutakse sellest lehest, mis on vähem ebameeldivam. Seega valikuvõimaluse korral eelistavad röövikud toituda kontrollvariandil kui meeldivamal toidul, vältides ebameeldivat toitu. Tüümiani eeterlikul õlil ja tüümiani-kadakaekstrakti valmislahusel on oluline mõju ka röövikute toidutaimetöötamise valikule. Katsetest saadi teada, et suur-kapsaliblika röövikutel ei piisa sageli kolmest tunnist, et teha kindlaks taime sobivus ja mitesobivus. Selgus ka, et tüümiani eeterlik õli ei mõju röövikutele nii peletavalt kui seda teeb tüümiani-kadakaekstrakt. Seda seetõttu, et kahe taimse ekstrakti kooskasutamine (kadaka ja tüümiani ekstraktid) annab tõhusama toime suur-kapsaliblika röövikutele.

Töös püstitatud hüpoteesid leidsid kinnitust, suur-kapsaliblika röövikute toitumisaktiivsus väheneb, kui töödelda taimi tüümiani eeterliku õliga või tüümiani-kadakaekstraktiga. Antud juhul eelistasid röövikud toituda töötlemata lehest ning toituisid vähem töödeldud lehtedel. Ka töös püstitatud teine hüpotees leidis kinnitust, et taimede töötlemine tüümiani eeterliku õliga ja tüümiani-kadakaekstraktiga mõjutab suur-kapsaliblika toiduvalikut. Mõlemas taimse ekstraktiga töödeldud variandis mõjus selline leheketas suur-kapsaliblika röövikutele repellentsena ja pärssis nende toitumist. Võimalusel eelistati töödeldud lehte kas mitte süüa või söödi seda oluliselt vähem kui kontrollvariandi leheketast.

Kuigi antud töö tulemustest saab järeldada, et mõlemal töötlusvariandil oli suur-kapsaliblika röövikute toitumist pärssiv toime mõjutades nii toitumisaktiivsust kui ka toidueelistusi, siis soovitude andmiseks põllupidajatele tuleks jätkata laborkatsetega, aga teha ka põldkatseid.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Amoabeng, B. W., Gurr, G. M., Gitau, C. W., Nicol, H. I., Munyakazi, L., Stevenson, P. C.** (2013) Tri-Trophic Insecticidal Effects of African Plants against Cabbage Pests. *PLOS ONE*. Volume 8, Issue 10.
- Augustyn, A., Bauer, P., Duignan, B., Eldridge, A., Gregersen, E., McKenna, A., Petruzzello, M., Rafferty, J. P., Ray, M., Rogers, K., Tikkanen, A., Wallenfeldt, J., Zeidan, A., Zelazko, A.** (1998) Alkaloid. Chemical Compound. -*Encyclopaedia Britannica*.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M.** (2007) Biological effects of essential oils – A review. -*Food and Chemical Toxicology*. Pages 446–475.
- Brues, C. T.** (1952) How Insects Choose Their Food Plants. -*Yearbook of Agriculture*. Pages 37-42.
- Carroll, J. F., Tabanca, N., Kramer, M., Elejalde, N. M., Wedge, D. E., Bernier, U. R., Coy, M., Becnel, J. J., Demirci, B., Başer, K. H. C., Zhang, J., Zhang, S.** (2011) Essential oils of *Cupressus funebris*, *Juniperus communis*, and *J. chinensis* (Cupressaceae) as repellents against ticks (Acari: Ixodidae) and mosquitoes (Diptera: Culicidae) and as toxicants against mosquitoes. -*Journal of Vector Ecology*. Volume 36, Issue 2, Pages 258-268.
- Daily, G. C.** (1997) Nature's services. Societal Dependence on Natural Ecosystems. -*Island Press*, Washington. Pages 151-153.
- De Elguea-Culebras, G. O., Sánchez-Vioque, R., Berruga, M. I., Herraiz-Peñalver, D., Santana-Méridas, O.** (2017) Antifeedant effects of common terpenes from Mediterranean aromatic plants on *Leptinotarsa decemlineata*. -*Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. Volume 17, Issue 2, Pages 475-485.
- Deletre, E., Martin, T., Campagne, P., Bourquet, D., Cadin, A., Menut, C., Bonafos, R., Chandre, F.** (2013). Repellent, Irritant and Toxic Effects of Plant Extracts on Adults of the Malaria Vector *Anopheles gambiae* Mosquito. *PLoS ONE* 8(12): e82103. doi:10.1371/journal.pone.0082103
- El-Solimany, E. A., Mazeed, A. R.** (2019) Oviposition deterring and antifeeding activities of certain essential oils of medicinal plants against *Pieris rapae* (Lepidoptera: Pieridae) - *Egyptian Journal of Plant Protection Research Institute*. Pages 695-701.
- Feltwell, J.S.E.** (1982). The large white butterfly: the biology, biochemistry and physiology of *Pieris Brassicae* L., Dr. W. Junk. Publishers. The Hague. Pages 535.
- Grzybowski, A., Tiboni, M., AN Silva, M., Chitolina, R. F., Passos, M., Fontana, J. D.** (2012) Synergistic larvicidal effect and morphological alterations induced by ethanolic extracts of

Annona muricata and *Piper nigrum* against the dengue fever vector *Aedes aegypti*. *Pest Management Science*. Volume 69, Issue 5, Pages 589- 601.

- Hashemi, S. M., Rostaefar, A.** (2014) Insecticidal Activity of Essential Oil from *Juniperus communis* L. subsp. *hemisphaerica* (Presl) Nyman against Two Stored Product Beetles. *Ecologia Balkanica*. Volume 6, Issue 1.
- Hiiesaar, K., Kuusik, A., Lauk, Ü., Luik, A., Metspalu, L.** (2002) Ristõieliste kultuuride kahjurid. Tartu: Bookmill trükikoda. 102 lk.
- Hikal, W. M., Baeshen, R. S., Said-Al Ahl, H. A. H.** (2017) Botanical insecticide as simple extractives for pest control. -*Journal Cogent Biology*. Volume 3, Issue 1.
- Kariyat, R. R., Hardison, S. B., De Moraes, C. M., Mescher, M. C.** (2017) Plant spines deter herbivory by restricting caterpillar movement. -*Biology Letters*. Volume 13, Issue 5. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2017.0176>
- Khosravi, R., Sendi, J. J.** (2013) Toxicity, development and physiological effect of *Thymus vulgaris* and *Lavandula angustifolia* essential oils on *Xanthogaleruca luteola* (Coleoptera: Chrysomelidae). -*Journal of King Saud University*. Volume 25, Issue 4, pages 349-355.
- Kuusik, A., Metspalu, L., Hiiesaar, K.** (1995) Insektitsiidide toimemehhanismide uurimine putukatel. Tartu, 292 lk.
- Lengai, G. M. W., Muthomi, J. W., Mbega, E. R.** (2020) Phytochemical activity and role of botanical pesticides in pest management for sustainable agricultural crop production. - *Scientific African*. Volume 7.
- Ložiene, K., Venskutonis, P. R.** (2016) Juniper (*Juniperus communis* L.) Oils. *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*. Pages 495-500.
- Luik, A.** (1997) Taimed putukate mõjutajaina. AS Tartumaa. 87 lk.
- Luik, A.** (2012) Looduslikud vahendid mahepõllumajanduslikus taimekaitsetes. AS Ecoprint, Tartu. 32 lk.
- Luik, A.,** (2018) Abiks väiketootjale: Elurikkuse suurendamine ja loodushoidlik taimekaitse. Ecoprint AS. 29 lk.
- Luik, A., Veromann, E., Merivee, E.** (2007) Loodushoidlik taimekaitse. Eesti Loodusfoto. 33 lk.
- Magierowicz, K., Górski-Drabik, E., Golan, K.** (2019) Effects of plant extracts and essential oils on the behavior of *Acrobasis advenella* (Zinck.) caterpillars and females. -*Journal of Plant Diseases and Protection*.
- Mariappan, V., Saxena, R. C.** (1984) Effect of Custard-Apple Oil and Neem Oil on Survival of *Nephotettix virescens* (Homoptera: Cicadellidae) and on Rice Tungro Virus Transmission. - *Journal of Economic Entomology*. Volume 77, Issue 2, Pages 519-521.
- Metspalu, L., Hiiesaar, K.** (1996) Taimed peletavad kahjureid. Põllumajandus, nr 4, lk 10-11.
- Metspalu, L., Hiiesaar, K., Kuusik, A.** (1997) Katmikkultuuride kahjurid, nende bioloogia ja keskkonnasäästlik tõrje. AS Tartumaa Trükk, 98 lk.

- Nwokeji, P. A., Ezenweani, R., Abiola, A. H., Enodiana, O. I., Osasere, O. I.** (2016) The Chemistry Of Natural Product: Plant Secondary Metabolites. -*International Journal of Technology Enhancements and Emerging Engineering Research*. Volume 4, Issue 8.
- Park, J.-H., Jeon, Y.-J., Lee, C.-H., Chung, N., Lee, H.-S.** (2017) Insecticidal toxicities of carvacrol and thymol derived from *Thymus vulgaris* Lin. against *Pochazia shantungensis* Chou & Lu., newly recorded pest. -*Scientific Reports*. Volume 7.
- Raal, A., Sarv, M., Vilbaste, K.** (2018) Eesti Ravimtaimed. Varrak, Tallinn.
- Rajapakse, R. H. S.** (2006) The Potential of Plants and Plant Products In Stored Insect Pest Management. -*The Journal of Agricultural Sciences*. Volume 2, No. 1.
- Righi, K., Righi, A. F., Boubkeur, A., Boungab, K., Elouissi, A., Djendara, C. A.** (2018) Toxicity and repellency of three Algerian medicinal plants against pests of stored product: *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae). -*Journal of Biotechnology and Bioengineering*. Pages 1-59.
- Sharma, A., Gupta, R.** (2009) Biological activity of some plant extracts against *Pieris brassicae* (Linn.) -*Journal of Biopesticides*. Volume 2, Issue 1, Pages 26-31.
- Soosaar, A.** (2019) Kõõslaugupulbri (*Allium sativum* L.) ja aed-liivatee (*Thymus vulgaris* L.) eeterliku õli mõju suur-kapsaliblika (*Pieris brassicae* L.) röövikute toitumisele. Magistritöö. Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu. 59 lk.
- Sosa, A., Diaz, M., Salvatore, A., Bardon, A., Borkosky, S., Vera, N.** (2019) Insecticidal effects of *Vernonanthura nebulosa* against two economically important pest insects. -*Saudi Journal of Biological Sciences*. Volume 26, Issue 5, Pages 881-889.
- Stahl-Biskup, E., Saez, F.** (2002) Thyme: The Genus *Thymus*. Pages 74-75.
- Stahl-Biskup, E., Venskutonis, R. P.** (2012) Handbook of Herbs and Spices (Second edition). - *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*. Volume 1, Pages 499-525.
- Tongnuanchan, P., Benjakul, S.** (2014) Essential Oils: Extraction, Bioactivities, and Their Uses for Food Preservation. -*Journal of Food Science*. Volume 79, Issue 7, Pages 1231-1249.
- Venzon, M., Rosado, M. C., Fadini, M. A. M., Ciociola jr, A. I., Pallini, A.** (2005) The potential of NeemAzal for the control of coffee leaf pests. -*Crop Protection*. Volume 24, Issue 3, Pages 213-219.
- Vite-Vallejo, O., Barajas-Fernandez, M. G., Saavedra-Aguilar, M., Cardoso-Taketa, A.** (2018) Insecticidal Effects of Ethanolic Extracts of *Chenopodium ambrosioides*, *Piper nigrum*, *Thymus vulgaris*, and *Origanum vulgare* against *Bemisia tabaci*. -*Southwestern Entomologist*. Volume 43, No. 2.
- Yazdani, E., Sendi, J. J., Hajizadeh, J.** (2014) Effect of *Thymus vulgaris* L. and *Origanum vulgare* L. essential oils on toxicity, food consumption, and biochemical properties of lesser

mulberry pyralid *Glyphodes pyloalis* Walker (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Plant Protection Research*. Vol. 54, No. 1.

LISAD

Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, _____ Mariette Sakkool _____,

(*autori nimi*)

sünniaeg ____ 14.04.1998 _____,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö

Mõne taimse ekstrakti mõju suur-kapsaliblika (*Pieris brassicae* L. röövikute toitumisele

(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja(d) on _____ Katrin Jõgar _____,

(*juhendaja(te) nimi*)

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiiviDSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____

(*allkiri*)

Tartu, ____ 20.05.2020 _____

(*kuupäev*)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

_____ Katrin Jõgar _____

(*juhendaja nimi ja allkiri*)

_____ 20.05.20 _____

(*kuupäev*)